



**DOMATES ERKEN YANIKLIĞI ETMENİ ALTERNARIA
SOLANİ (ELL.VE MART.) JONES VE GROUT.
MÜCADELESİNDE UÇUCU YAĞLARIN ANTİFUNGAL
AKTİVİTELERİN İNCELENMESİ**

Mohamed SAİD OMAR

**Yüksek Lisans Tezi
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalı
Prof. Dr. Şaban KORDALI
2019**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DOMATES ERKEN YANIKLIĞI ETMENİ ALTERNARIA SOLANI
(ELL.VE MART.) JONES VE GROUT. MÜCADELESİNDE UÇUCU
YAĞLARIN ANTİFUNGAL AKTİVİTELERİN İNCELENMESİ**

Mohamed SAİD OMAR

**BİTKİ KORUMA ANABİLİM DALI
Fitopatoloji Bilim Dalı**

**ERZURUM
2019**

Her hakkı saklıdır



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü
TEZ ONAY FORMU



**DOMATES ERKEN YANIKLIĞI ETMENİ ALTERNARIA SOLANI (ELL. MART.)
JONES VE GROUT. MÜCADELESİNDE UÇUCU YAĞLARIN ANTİFUNGAL
AKTİVİTELERİN İNCELENMESİ**

Prof. Dr. Şaban KORDALI danışmanlığında, Mohamed SAİD OMAR tarafından hazırlanan bu çalışma, 21/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Bitki Koruma Anabilim Dalı Fitopatoloji Bilim Dalı'nda Yüksek lisans tezi olarak **oybirliği / oy çokluğu (3./3.)** ile kabul edilmiştir.

Başkan: Prof. Dr. Şaban KORDALI

İmza :

Üye : Prof. Dr. Hidayet BOSTAN

İmza :

Üye : Doç. Dr. Serkan ÖRTÜCÜ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu'nun **27.06/2019** tarih ve **..26.../..70.....** nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mehmet KARAKAN
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildiriş, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DOMATES ERKEN YANIKLIĞI ETMENİ *ALTERNARIA SOLANI* (ELL.VE MART.) JONES VE GROUT. MÜCADELESİNDE UÇUCU YAĞLARIN ANTİFUNGAL AKTİVİTELERİN İNCELENMESİ

Mohamed SAİD OMAR

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bitki Koruma Anabilim Dalı
Fitopatoloji Bilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şaban KORDALI

Bu araştırmada, domateste erken yanıklık hastalığına neden olan *Alternaria solani* (Ell. ve Mart.) Jones ve Grout. patojeni üzerine farklı bitki türlelerinden (*Satureja hortensis* L., *Thymbra spicata* L., *Thymus sipyleus* Boiss, *Origanum majorana* L., *Origanum syriacum* L., *Origanum onites* L., *Origanum vulgare* L., *Artemisia absinthium* L., *Artemisia santonicum* L. ve *Artemisia spicigera* C Koch.) elde edilen uçucu yağların in vitro ve in vivo koşullarda antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. Bu amaçla in vitro koşullarda 140, 280, 560, 1000 µl/L ve in vivo denemelerinde ise 2.5, 5, 10, 20 µl/meyve konsantrasyonları kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar, uçucu yağların *Alternaria solani*'ye karşı etkili bir antifungal etkiye sahip olduğunu göstermektedir. In vitro uygulamalarda, *Thymus sipyleus* ve *O. onites*'den elde edilen uçucu yağları en yüksek antifungal etkiyi göstererek, fungusun misel gelişimini %100 engellemişlerdir. In vivo koşullarda, *O. majorana* ve *A. absinthium* uçucu yağları, domates meyvelerindeki hastalık gelişimini 2.5 µl/meyve konsantrasyonlarında, *O.majorana* için %84, *A. absinthium* için ise %64 oranında inhibe ettiği gözlenmiştir. Kullanılan tüm uçucu yağların yüksek oranda antifungal aktiviteye sahip oldukları tespit edilmiştir.

2019, 78 sayfa

Anahtar Kelimeler: Antifungal etki, Domates, *Alternaria solani*, Uçucu yağ, *Satureja*, *Thymbra*, *Origanum*, *Artemisia*.

ABSTRACT

Master Thesis

INVESTIGATION OF THE ANTIFUNGAL ACTIVITIES OF THE ESSENTIAL OILS AGAINST *ALTERNARIA SOLANI*; THE PATHOGEN OF TOMATOES EARLY BLIGHT

Mohamed SAID OMAR

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Plant Protection
Phytopathology

Supervisor: Prof. Dr. Şaban KORDALI

In this study, the antifungal activities of essential oils obtained from various plants (*Satureja hortensis* L., *Thymbra spicata* L., *Thymus sipyleus* Boiss, *Origanum majorana* L., *Origanum syriacium* L., *Origanum onites* L., *Origanum vulgare* L., *Artemisia absinthium* L., *Artemisia santonicum* L. ve *Artemisia spicigera* C Koch.) were investigated on *Alternaria solani* (Ell. And Mart.) Jones and Grout. Which causes early blight disease in tomato.. The concentrations used in the study were 140, 280, 560, 1000 µl/L in the in vitro and 2.5, 5, 10, 20 µl/fruit under in vivo experiments. The results obtained indicate that the essential oils have great antifungal effect against *Alternaria solani*. In the in vitro applications, the essential oils from *Thymus sipyleus* and *O .onites* exhibited the highest antifungal effect and %100 inhibited the growth of the fungi in all the concentrations. Under in vivo conditions, the essential oils from *O. majorana* and *A. absinthium* caused the highest inhibition of disease lesion development on the fruit. Their inhibition percentage was seen as %84 of *O. majorana*, and %64 of *A. absinthium* at 2.5 µl/fruit concentrations. All the used essential oils revealed antifungal activity.

2019, 78 pages

Keywords: Antifungal effect, Tomato, *Alternaria solani*, Essential oil, *Satureja*, *Thymbra*, *Origanum*, *Artemisia*.

TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde, laboratuvar alıőmaları ve yazım aőamasında değerli fikir ve katkılarıyla çalıőmalarımı yönlendiren ve yüksek lisansım boyunca beni destekleyen Hocam Sayın Prof. Dr. şaban KORDALI'ye sonsuz teşekkür ederim. Ayrıca katkı ve yardımından dolayı Sayın Dr. Ayőe USANMAZ BOZHÜYÜK'e (Iğdir Üniversitesi Bitki Koruma Bölümü) teőekkürlerimi sunuyorum.

Tez çalıőmalarımda yardım eden yüksek lisans ğrencileri (Mustafa KORKMAZ ve Hassan ABDALLA SABBOW) arkadaőlarıma teőekkürü bir borç bilirim.

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteğini hiç bir zaman esirgemeyen canım aileme çok teşekkür ederim.

Mohamed SAİD OMAR

Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELLER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	1
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1. Materyal.....	17
3.1.1. Bitki türlerinin toplanması ve teşhisleri	17
3.1.1.a. Satureja hortensis L.	17
3.1.1.b. Thymbra spicata L.	18
3.1.1.c. Origanum syriacum L.	19
3.1.1.d. Origanum onites L.	20
3.1.1.e. Origanum majorana L.	21
3.1.1.f. Origanum vulgare L.	22
3.1.1.g. Artemisia santonicum L.	23
3.1.1.h. Artemisia absinthium L.	24
3.1.1.i. Artemisia spicigera C. Koch	25
3.1.1.i. Thymus sipyleus Boiss.	26
3.1.2. Uçucu yağların elde edilmesi	27
3.1.3. Domates meyveleri.....	28
3.1.4. Patojen izolasyonu ve muhafazası.....	29
3.2. Yöntem	31
3.2.1. Uçucu Yağların İn -vitro’da Antifungal Etkinliklerinin Araştırılması.....	31
3.2.2. Uçucu yağların in -vivo da domates meyvesi üzerinde hastalığın gelişimine etkilerinin test edilmesi	32
3.2.3. İstatistiksel analizler ve deneme deseni.....	33

4. ARAŞTIRMA BULGULARI	35
4.1. Çalışmada Kullanılan Uçucu Yağlarının Kimyasal Bileşimi	35
4.2. Kullanılan Bitki Türlerinin Uçucu Yağların % Verim Değerleri	37
4.3. <i>In vitro</i> Koşullarda Uçucu Yağ Uygulamalarının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout İzolatlarına Karşı Antifungal Etkileri	37
4.3.1. <i>Origanum majorana</i> L. uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	38
4.3.2. <i>Origanum vulgare</i> uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	40
4.3.3. <i>Origanum syriacium</i> L. uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	42
4.3.4. <i>Artemisia absinthium</i> L. uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	44
4.3.5. <i>Artemisia spicigera</i> C.Koch uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	46
4.3.6 <i>Artemisia santonicum</i> L. uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	48
4.3.7. <i>Satureja hortensis</i> L. uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	51
4.3.8. <i>Thymbra spicata</i> uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	53
4.3.9. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss.. uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	55
4.3.10. <i>Origanum onites</i> L. uçucu yağının <i>Alternaria solani</i> (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri	57
4.4. <i>In vivo</i> Deneme Sonuçları	59
4.4.1. Uçucu yağların <i>In vivo</i> 'da antifungal etkileri	59
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	67
KAYNAKLAR	71
ÖZGEÇMİŞ	79

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

%	Yüzde
±	Eksikliği veya fazlalığı
gr	Gram
L	Litre
m	Metre
ml	mililitre
mm	Milimetre
°C	Santigrat derece

Kısaltmalar

A	Alternaria
AFM	Autumatic Force Microscope
ATP	Adenosine Triphosphate
DMSO	Dimethyl Sulfoxide
FAO	Dünya Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization)
NaClO	Sodyum Hipoklorit
PDA	Patates Dekstroz Agar
SEM	Scanning Elecrton Microscope
SPSS	Statistical Package fpr the Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı)

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1. <i>Satureja hortensis</i> L.'in genel görünüşü.....	18
Şekil 3.2. <i>Thymbra spicata</i> L.'in genel görünüşü.....	19
Şekil 3.3. <i>Origanum syriacum</i> L.'un genel görünüşü.....	20
Şekil 3.4. <i>Origanum onites</i> L.'in genel görünüşü.....	21
Şekil 3.5. <i>Origanum majorana</i> L.'nin genel görünüşü.....	22
Şekil 3.6. <i>Origanum vulgare</i> L.'nin genel görünüşü.....	23
Şekil 3.7. <i>Artemisia santonicum</i> L.'nun genel görünüşü.....	24
Şekil 3.8. <i>Artemisia absinthium</i> L.'nun genel görünüşü.....	25
Şekil 3.9. <i>Artemisia spicigera</i> C Koch.'un genel görünüşü.....	26
Şekil 3.10. <i>Thymus sipyleus</i> Boiss.'un genel görünüşü.....	27
Şekil 3.11. Uçucu yağların elde edildiği Cleveger düzeneği.....	28
Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan domates meyveleri.....	29
Şekil 3.12. Patojen izole edilmesinde kullanılmış erken yanıklık hastalığı ile enfekteli domates meyvesi.....	30
Şekil 3.13. <i>Alternaria solani</i> patojeni.....	30
Şekil 3.14. Uçucu yağ ile uygulama yapılmış Petri kablaları.....	32
Şekil 3.15. İn vivo denemesinden genel bir görünüş.....	33
Şekil 4.1. <i>Origanum majorana</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> misel gelişimine etkileri.....	39
Şekil 4.2. <i>Origanum majorana</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> misel gelişimine etkileri.....	39
Şekil 4.3. <i>Origanum vulgare</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> misel gelişimine etkileri.....	41
Şekil 4.4. <i>Origanum vulgare</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> misel gelişimine etkileri.....	42
Şekil 4.5. <i>Origanum syriacum</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> misel gelişimine etkileri.....	43
Şekil 4.6. <i>Origanum syriacum</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> misel gelişimine etkileri.....	44

Şekil 4.7. <i>Artemisia absinthium</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarının misel gelişimlerine etkileri.....	45
Şekil 4.8. <i>Artemisia absinthium</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> 'nin misel gelişimine etkisi.....	46
Şekil 4.9. <i>Artemisia spicigera</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarının misel gelişimlerine etkileri.....	48
Şekil 4.10. <i>Artemisia spicigera</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> 'nin misel gelişimine etkileri.....	48
Şekil 4.11. <i>Artemisia santonicum</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarının misel gelişimlerine etkileri.....	50
Şekil 4.12. <i>Artemisia santonicum</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> 'nin misel gelişimine etkileri.....	50
Şekil 4.13. <i>Satureja hortensis</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarının misel gelişimlerine etkileri.....	52
Şekil 4.14. <i>Satureja hortensis</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> 'nin misel gelişimine etkileri.....	52
Şekil 4.15. <i>Thymbra spicata</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarının misel gelişimlerine etkileri.....	54
Şekil 4.16. <i>Thymbra spicata</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> 'nin misel gelişimine etkileri.....	54
Şekil 4.17. <i>Thymus sipyleus</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarının misel gelişimlerine etkileri.....	56
Şekil 4.18. <i>Thymus sipyleus</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> 'nin misel gelişimine etkileri.....	56

Şekil 4.19. <i>Origanum onites</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarının misel gelişimlerine etkileri.....	58
Şekil 4.20. <i>Origanum onites</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> 'nin misel gelişimine etkileri	58
Şekil 4.21. Uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri	61
Şekil 4.22. <i>Satureja hortensis</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri	60
Şekil 4.23. <i>Origanum onites</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri.....	60
Şekil 4.24. <i>Origanum vulgare</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri	61
Şekil 4.25. <i>Thymbra spicata</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri.....	61
Şekil 4.26. <i>Origanum syriacium</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri	62
Şekil 4.27. <i>Artemisia santonicum</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri	62
Şekil 4.28. <i>Artemisia absinthium</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri	63
Şekil 4.29. <i>Thymus sipyleus</i> uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının <i>Alternaria solani</i> ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri.....	63

- Şekil 4.30.** *Origanum majorana* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri 64
- Şekil 4.31.** *Artemisia spicigera* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri 64



ÇİZELGELLER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Kullanılmış bitki türlerinin uçucu yağlarının ana bileşenleri ve bağlı yüzdeleri	35
Çizelge 4.2. Bitki uçucu yağlarının %verimleri.....	37
Çizelge 4.3. <i>Origanum majorana</i> uçucu yağının petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatları üzerindeki antifungal aktiviteleri.....	38
Çizelge 4.4. <i>Origanum vulgare</i> uçucu yağının petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri	40
Çizelge 4.5. <i>Origanum syriacium</i> uçucu yağının petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri.....	42
Çizelge 4.6. <i>Artemisia absinthium</i> uçucu yağının petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri	44
Çizelge 4.7. <i>Artemisia spicigera</i> uçucu yağının petri denemelerinde <i>Alternaria solani</i> izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri	46
Çizelge 4.8. <i>Artemisia santonicum</i> uçucu yağının Petri Denemelerinde <i>Alternaria solani</i> İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri.....	49
Çizelge 4.9. <i>Satureja hortensis</i> uçucu yağının Petri Denemelerinde <i>Alternaria solani</i> İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri.....	51
Çizelge 4.10. <i>Thymbra spicata</i> uçucu yağının Petri Denemelerinde <i>Alternaria solani</i> İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri.....	53
Çizelge 4.11. <i>Thymus sipyleus</i> uçucu yağının Petri Denemelerinde <i>Alternaria solani</i> İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri.....	55
Çizelge 4.12. <i>Origanum onites</i> uçucu yağının Petri Denemelerinde <i>Alternaria solani</i> İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri.....	57
Çizelge 4.13. Uçucu yağların domates meyveleri üzerinde antifungal etkileri	59

1. GİRİŞ

Domates (*Solanum lycopersicum* L.), farklı ekolojik şartlarda yetiştirilen ve tüketilen ve patatesten sonra en çok yetiştirilen ikinci sebze türüdür. Üretim hacmi ve değeri nedeniyle küresel düzeyde tarım sektörü içerisinde ekonomik bir yere sahiptir (Heuvelink 1996; Anonim 2013). 2017 yılında dünya çapında domates üretimi 170.8 milyon tona ulaşmıştır. Çin, dünyadaki toplam üretimin %31'ini gerçekleştirirken, bu ülkeyi Hindistan ve Amerika Birleşik Devletleri takip etmektedir. Türkiye ise domates üretiminde dördüncü sırada yer almaktadır. Domates, ılık ve serin iklime ihtiyaç duyan sıcak iklimi sebzesi olup, don ve yüksek neme hassastır. Domateste verim ve kaliteyi etkileyen abiyotik faktörlerin yanı sıra çok sayıda bakteriyel, fitoplazma, viral ve fungal patojen belirlenmiştir. Fungal hastalık etmenleri içerisinde en önemli hastalıklardan biriside *Alternaria solani*'dir.

Alternaria solani (Ell. & Mart.) Jones and Grout. domateste erken yanıklık oluşturan, önemli nekrotrofik bir fungusdur. Yoğun çığ, sık yağışlı ve yüksek nemli bölgelerde domatesin en yaygın hastalığıdır (Agrios 2005). Hastalık uygun koşullarda yapraklar, yaprak sapı, dal ve meyvelerde gelişerek yaprak dökümü, erken dal ve meyve kurumasına neden olarak %50-86 oranında verim kaybına neden olmaktadır (Mathur and Shekhawat 1986).

Hastalığının ilk belirtileri alt yapraklarda koyu kahverengi etrafı dar klorotik bölgeyle sınırlı oval veya köşeli 0.3-0.4 cm çapında nekrotik lekeler şeklinde ortaya çıktığı, lekelerin alt yapraklardan üst yapraklara doğru yayıldığı, meyvelerde derimsi ve çökmüş koyu ve kuru çürüklüğe neden olarak yaprak ve meyvelerde dökülmelere neden olduğu kaydedilmiştir (Locke 1949; Walker 1952;).

Toprak kaynaklı bir hastalık etmeni olan *Alternaria solani* (Datar and Mayee 1981); koyu kahverengi, septalı dallanmış hiflere; 50-90 µm uzunluğunda koyu renkli konidioforlara sahiptir. Seksüel evresi henüz belirlenmiş olan etmen, aseksüel sporları ile çoğalıp

hastalıklı bitki aksamalarında, toprakta, ana yada alternatif konukçularda varlığını sürdürmektedir (Moore ve Thomas 1942; Basu 1971).

Ağır yağışlı, yüksek nemli ve yüksek sıcaklık değerlerine sahip ılıman tropikal ve subtropikal iklimlerde çok tahripkar olan hastalık sık ve uzun süreli gece çiğlerinin meydana geldiği, yarı kurak iklimlerde de epidemi oluşturabilmektedir (Rotem ve Reichert 1964; Cerkauskas 2005; Momel and Pomezny 2006).

Erken yanıklık hastalığının kültürel işlemlerle mücadelesi oldukça zor olup (Smith and Kotcon 2002); hastalığı kontrolünde genelde kimyasal mücadele yapılmak zorunda kalmaktadır (Herriot *et al.* 1986). Bununla birlikte fungal etmenlerin fungusitlere karşı dayanıklılık kazanması (Bell ve Wheeler 1986); yanı sıra çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etkilere neden olması nedeniyle hastalıkların tarla ve depo şartlarında kontrolünde alternatif mücadele yöntemleri üzerinde araştırmalar yoğunluk kazanmış olup bu mücadele yöntemlerinden birisi de bitkisel pestisitlerin (uçucu yağ ve ekstrahelerin) kullanımınıdır (Abeyasinghe 2009; Jegathambigai *et al.* 2010).

Antimikrobiyal etkilerden sorumlu olan oksijenli bileşikler, seskiterpenler ve monoterpenler gibi organik hidrokarbonlu bileşiklerinden oluşan uçucu yağlar lipofilik özelliklere sahiptir (Regnault-Roger *et al.* 2012). Uçucu yağların içerdiği antimikrobiyal özellikteki bu bileşikler mikrobiyal hücrelerin enerji kayıplarına neden olarak etki göstermektedirler (Feng and Zheng 2007; Nerio *et al.* 2010; Tian *et al.* 2012). Bu özelliklerinden dolayı uçucu yağlar ve onları içeren maddeler halk ilaçları, gıda koruma ve ilaç endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaktadırlar (Kumar *et al.* 2008). Son 20 yılda, daha güvenli antifungal ajanların geliştirilmesi için tarımda fitopatojenlerin kontrolünde de bitki bazlı esansiyel yağlar ve ekstraktlarla yapılan çalışmalarda ciddi bir artış görülmektedir (Duke 1990; Simmonds *et al.* 1992; Benner 1993; Gorris and Smid 1995; Isman 2000). Bugüne kadar tanenler, terpenoidler, alkaloidler ve flavonoidler gibi sekonder metabolitlerce zengin birçok bitki türünün antimikrobiyal özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir (Cowan 1999; Lyr *et al.* 1999; Lawless 2002; Pretorius *et al.* 2002).

Antimikrobiyal, allelopatik, antioksidant ve biyo düzenleyici özellikler gösteren uçucu yağlar ve onların ana bileşenlerinin ((Vaughn and Spencer 1991; Caccioni ve Guizzardi

1994; Kalemba and Kunicka 2003); memelilere toksisitesinin düşük, çevre üzerinde olumsuz etkilerinin daha az olduklarının ve ürünler üzerinde herhangi bir kalıntı bırakmadıklarının belirlenmesinin üzerine fungusitlere alternatif doğal kimyasalların geliştirilmesine yönelik araştırmalara konu olmuştur. Nitekim uçucu yağların ve bileşenlerinin farklı bitkilerden elde edilen farklı fungus türlerinin *in vitro* ve *in vivo* şartlarda büyümesini ve gelişimini baskıladıkları tespit edilmiştir (Wilson *et al.* 1997; Meepagala *et al.* 2002; Imelouane *et al.* 2009).

Uçucu yağlar ve bileşenlerinin, fungusların hücre zarlarından lipit tabakalarının ayrılmasına, membran yapılarının ve hücre zar bütünlüğünü etkileyerek geçirgenliklerinin bozulmasına (Sivakumar and Bautista-Bañosö 2014); sitoplazmik ve mitokondriyal membranlarda metabolik bozukluklara (Bakkali *et al.* 2008; Iscan *et al.*, 2016); neden olarak misel gelişimi ve spor çimlenmesini ihibe ettiği belirlenmiştir (Serrano *et al.* 2005; Tzortzakakis 2007; Regnier *et al.* 2010).

Nitekim şeftali meyvelerinde hasat sonrası meyve çürümesini kontrol etmek amacıyla bitkilerden elde edilen uçucu yağların etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapılan araştırmada meyvelerde ağırlık kaybının azaldığı ve depolanma sürelerinin uzadığı tespit edilmiştir (Mohammadi *et al.* 2012). Sinamaldehyd, eugenol, nane ve karanfilden elde edilen uçucu yağların ve bunların kombinasyonlarının *in vitro* şartlarda domates meyveleri üzerinde (*in vivo*) *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* ve *Rhizopus* türlerine karşı nane yağı hariç, diğer yağların %0.6 seviyesinin altında (*in vitro*) ve 80 µL'lik dozda (Domates meyvesinde) tam büyüme inhibisyonu meydana getirdiği gözlenmiştir (Mysore *et al.* 2014). Benzer şekilde, Bayer ve Küsek (2018), *Mentha spicata*'dan elde ettikleri uçucu yağların *Alternaria solani*, *Rhizoctenia solani* ve *Verticilium dahliae*'ye karşı, yüksek antifungal etki gösterdiklerini belirlemişlerdir.

Bu çalışmada ise *in vitro* ve *in vivo*'da domates meyveleri üzerinde domateste yanıklık hastalığına sebep olan *Alternaria solani* etmenine karşı *Satureja hortensis* L., *Thymbra spicata* L., *Origanum majorana* L., *Origanum syriacum* L., *Origanum vulgare* L., *Origanum onites* L., *Artemesia santanicum* L., *Artemesia absinthium* L., *Artemesia*

spisigera C Koch. ve *Thymus sipyleus* Boiss. uçucu yağlarının antifungal etkileri araştırılmıştır.



2. KAYNAK ÖZETLERİ

Fungal orjinli hastalıkların kontrolünde en etkili yöntem fungusit kullanımı olmakla birlikte maliyetinin yüksek, yoğun kullanımlarının çevre ve insan sağlığı üzerinde olumsuz etki yapması yanında dayanıklı ırkların ortaya çıkmasına neden olması fungal hastalık etmenlerinin kontrolünde alrtrantif arayışlara neden olmuştur (Pasche *et al.* 2004). Bu bağlamda, son yıllarda *Alternaria solani*'ye karşı tıbbi bitkilerden elde edilen uçucu yağ ve ektrelerinin kullanımı üzerinde araştırmalar yoğunluk kazanmaya başlamıştır (Suleiman 2010; Sallam 2011; Maya and Thippanna 2013; Ravikumar and Garampalli 2013; Khafari *et al.* 2014).

Mishara *et al.* (1993), *Cymbopogon citratus* bitkisinden elde edilen uçucu yağın 1000 ppm'lik dozunun *Aspergillus flavus*'un gelişimini engellemede, Agrosan, Thiride, Ceresen, Dithene gibi sentetik fungusitlerden daha etkili olduğunu belirlemişlerdir.

Farklı bitki patojeni funguslara karşı *Eucalyptus citriodora*'dan elde edilen uçucu yağın antifungal aktivitesinin belirlenmesi amacıyla yaptıkları araştırmada tüm fitopatojen fungusların radyal büyümesini inhibe ettiği, sentetik mantar öldürücü Mancozeb'den daha güçlü antifungal aktivite gösterdiği, test edilen patojenler içerisinde *A. solani* ve *R. Solani*'nin uçucu yağlara en duyarlı patojenlerin olduğunu belirlemişlerdir (Ramezani *et al.* 2002).

Shahi *et al.* (2003), *Cymbopogon flexuosus* uçucu yağının *in vitro* ve *in vivo*'da hasat sonrası yaygın görülen fungal patojenlere karşı antifungal aktivitesini araştırmışlar. *In vitro*'da yağın fungusit etkisiyle minimum biyoaktif konsantrasyonunun *Alternaria alternata* için 0.2 µL/ml olduğunu, *Aspergillus flavus*, *A. fumigatus*, *A. niger*, *A. parasiticus*, *Cladosporium cladosporioides*, *Colletotrichum capsici*, *C. falcatum*, *Curvularia lunata*, *Fusarium cerealis*, *F. culmorum*, *F. oxysporum*, *F. udum*, *Gloeosporium fructigenum*, *Penicillium expansum*, *P. italicum*, *P. implicatum*, *P. digitatum*, *P. minio-luteum* ve *P. variable* için 0.4 µl/ml olduğunu ve *Botrytis cinerea*, *Helminthosporium oryzae*, *H. maydis*, *Phoma violacea*, *Rhizopus nigricans* için ise

0.5µl/ml olduğunu tespit etmişler. Meyvenin çürümesini kontrol etmek için *Malus pumila* üzerinde uçucu yağın *in vivo* denemeleri ise, pre-inokülasyon tedavisi ile 20µL/ml konsantrasyonunun %100 enfeksiyonu kontrol ettiğini, inokülasyon sonrası tedavi sırasında, 30 µL/ml konsantrasyonun çürümeyi %100 kontrol ettiğini belirlemişlerdir.

Al-Burtamani *et al.* (2005), *Haplophyllum tuberculatum* uçucu yağının *A. alternata*, *Stemphylium solani*, *Curvularia lunata*, *Fusarium oxysporium* ve *Bipolaris* sp'ye karşı zayıf fungisidal aktivite gösterdiğini, ancak *C. lunata* ve *Bipolaris* sp'nin çok daha yüksek dozlara duyarlı olduklarını bulmuşlardır.

Cakir *et al.* (2005), *Hypericum linarioides* Bosse'nin uçucu yağı ve ekstraktlarının laboratuvar koşullarında antifungal aktivitelerini incelediklerinde, uçucu yağın, *Rhizoctonia solani*'nin bir izolatına karşı antifungal etki gösterdiğini ve ekstraktların ise *Alternaria solani*, *Fusarium culmorum*, *F. equiseti* ve *R. solani*'nin üç izolatı üzerinde orta düzeyde engelleyici etki gösterdiklerini tespit etmişlerdir.

Ricci *et al.* (2005), *Fusarium oxysporum* Schl., *Botrytis cinerea* Pers, *Rhizoctonia solani* ve *Alternaria solani*'ye karşı *Teucrium marum*'dan elde edilen uçucu yağın antifungal aktivitesini incelemişler. *T. marum*'un esansiyel yağının *in vitro* da, *R. solani*, *F. oxysporum*, *B. cinerea* ve *A. solani*'nin, 400 ppm, 800 ppm, 1600 ppm ve 6400 ppm'de tamamen misel gelişimlerinin engellendiğini, *A. solani* ve *B. cinerea*'nin diğerlerine göre daha az duyarlı olduklarını bildirmişlerdir.

Alam *et al.* (2006), *Thymus capitatus* ve *Tetraclines articulata* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların domateslerde çürümelere neden olan *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Alternaria alternata* ve *Botrytis cinerea* funguslarına karşı iyi bir antifungal aktivite gösterdiklerini belirlemişlerdir. *In vivo* sonuçlarında ise domatesin siyah ve gri çürümesine neden olan *B. cinerea* ve *A. alternata* gibi, hasat sonrası fungal patojenlerin azaltılmasında etkili (%55 ila %80 oranında) olduklarını ortaya koymuşlardır.

Özcan *et al.* (2006), *Alternaria alternata*, *Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani*'ye karşı *Foeniculum vulgare* ssp. *piperitum*'un uçucu yağının antifungal aktivitesini incelemişler. Yağ, *A. alternata*, *F. oxysporum* ve *R. solani*'nin misel gelişimi üzerinde çeşitli seviyelerde antifungal etki gösterdiğini, 40 ppm'lik rezene uçucu yağ konsantrasyonu, *A. alternaria*'nın misel gelişmesine karşı inhibitör etki gösterirken, 10 ppm'da etkisiz olduğunu tespit etmişlerdir.

Satureja hortensis bitkisinden elde edilen esansiyel yağın laboratuvar ortamında *Alternaria mali* ve *B. cinerae* patojeninin miselyum gelişimini %100 engellediğini bildirmişlerdir (Boyras *et al.* 2006).

Sitara *et al.* (2008), tohum kaynaklı funguslara karşı (*Aspergillus niger*, *A. flavus*, *Fusarium oxysporum*, *F. moniliforme*, *F. nivale*, *F. semitectum*, *Drechslera hawiinesis* and *Alternaria alternata*), neem (*Azadirachta indica*), hardal (*Brassica campestris*), siyah kimyon (*Nigella sativa*) ve çakşır (*Ferula assafoetida*) tohumlarından elde edilen uçucu yağların antifungal aktivitesini araştırmışlardır. Hardal hariç elde edilen tüm uçucu yağlar, test edilen fungus türlerine karşı değişen derecelerde fungusit aktivitesi gösterdiğini, çakşır uçucu yağı *A. flavus* hariç tüm test fungusların büyümesini önemli ölçüde engellediğini, *N. sativa* uçucu yağının ise *A. niger*'e karşı düşük oranda fungusidal aktivite gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Kordali *et al.* (2008), *Origanum acutidens* (Handz.-Mazz.) Ietswaart, bitkisinden elde edilen uçucu yağ ve bu yağın bileşiklerinin (karvakrol ve timol) antifungal aktivitesini bitki patojeni funguslara karşı test ettiklerinde, uçucu yağ, karvakrol ve timolünün tüm fungusların misel gelişimini tamamen inhibe ettiğini ve ticari olarak bu patojenlerin kontrolünde kullanılan benomyl fungusit'ten daha etkili bulduklarını kaydetmişlerdir.

Kotan *et al.* (2008), *Salvia hydrangea* DC. ex Benth. uçucu yağının antimikrobiyal aktivitesini incelemişler. Antifungal denemelerinde, *S. hydrangea* uçucu yağının otuz bitki patojeni olan funguslara karşı yüksek oranda antifungal aktivite gösterdiklerini gözlemlemişlerdir.

Kordali *et al.* (2009), *Achillea gypsicola* Huber-Mor. ve *Achillea biebersteinii* Afan. bitkilerinden elde edilen n-heksan ekstrelerinin ve *A. biebersteinii* esansiyel yağlarının antifungal aktivitesini araştırmışlardır. Test edilen bitki patojenlerine karşı, uçucu yağların hekzan ekstrelesinden daha etkili olduğunu bulmuşlardır. Ancak, araştırmalarında *A. gypsicola* uçucu yağının *Fusarium graminearum* gelişimini engellemediğini belirtmişlerdir.

Huang *et al.* (2010), *Illicium verum* Hook. uçucu yağı ve ana bileşeni trans-Anethole'nin antifungal aktivitesini araştırmışlar. Uçucu yağ ve trans-anethole, tüm test funguslara karşı güçlü bir inhibitör etki sergilediğini ve bu gözlemlenen antifungal özelliklerin çoğunun, yağda transanethole varlığına bağlı olduğunu ortaya çıkarmışlardır. Test edilen patojenler içerisinde *A. solani*'nin ise en duyarlı patojenler arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Dan *et al.* (2010), *Asarum heterotropoides* F.Schmidt. uçucu yağı ve ana bileşenlerinin, *Alternaria humicola*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora cactorum* ve *Fusarium solani*'ye karşı antifungal aktiviteleri incelediğinde, hem uçucu yağ hem de methyleugenol *F. solani* dışında test patojenlerinin büyümesini güçlü bir şekilde inhibe ettiğini ve *P. cactorum*'a karşı ise en iyi aktiviteyi gösterdiğini tespit etmişlerdir.

Al-Reza *et al.* (2010), Bitki patojeni funguslara karşı *Cestrum nocturnum* L. çiçeklerinden elde edilen uçucu yağ ve diğer ekstraktların etkinliğini incelemişler. Bitki uçucu yağının, 1000 ppm'de *Botrytis cinerea*, *Colletotrichum capsici*, *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* ve *Sclerotinia sclerotiorum* funguslarına karşı %59.2–80.6 oranlarda antifungal aktiviteye sahip olduklarını tespit etmişler. Ayrıca, uçucu yağın, serada yetiştirilen biber bitkilerinde %82.4-100 oranında hastalık baskılama etkinliğine sahip olduğu dair belirgin bir *in vivo* antifungal etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

Carum copticum L. (ajowan), *Foeniculum vulgare* Mill. (rezene), *Carum carvi* L. (kimyon) uçucu yağlarının domateste hasat sonrası görülen *A. alternata* ve *Penicillium digitatum* etmenlerine karşı *in vitro* ve *in vivo* antifungal etkilerinin belirlendiği çalışmada, *C. copticum* uçucu yağının *in vivo* da en iyi antifungal etkiyi gösterdiğini ve *in vitro*'da da yine *C. copticum* *A. alternata*'nın ve *F. vulgare* yağı ise *P. digitatum*'un misel gelişimini engellemede çok etkili olduklarını ortaya koymuşlardır (Abdollahi *et al.* 2010).

Çetin *et al.* (2011), Oregano (*Origanum acutidens* ve *Origanum rotundifolium*) ve Kekik (*Thymus sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans*)'dan elde edilen uçucu yağların antimikrobiyal etkilerini araştırmışlar. Araştırmalarında 26 bakteri, 14 mantar ve 3 maya türü kullanmışlar. *T. sipyleus* subsp. *sipyleus* var. *rosulans* uçucu yağı en iyi antifungal aktiviteyi gösterdiğini ve kullanılan 14 fungusun 12'sinin büyümesinin önemli oranda inhibe ettiğini, tüm uçucu yağların ise maya türlerinin büyümelerini engellediklerini tespit etmişlerdir.

Tian *et al.* (2011), *Cicuta virosa* L.'nin meyvelerinden elde edilen uçucu yağların *Aspergillus flavus*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus niger* ve *Alternaria alternata*'ya karşı *in vitro* ve *in vivo* da antifungal etkilerini araştırmışlardır. Funguslara karşı minimum inhibitör konsantrasyonu 5 µL/mL olduğu belirtilerek, uçucu yağ konsantrasyonları ile orantılı olarak test edilen tüm funguslarda spor üretimi ve çimlenme üzerinde güçlü bir önleyici antifungal aktiviteye sahip olduklarını bulmuşlardır. *In vivo* denemelerinde ise, domates meyvelerine inoküle edilen uçucu yağlar, 200 µL/mL konsantrasyonda meyve çürümelerini engellediğini bildirmişlerdir.

Combrinck *et al.* (2011), Mango, avokado, narenciye, üzüm ve kaktüs armudundan izole edilen bitki patojenlerine karşı kullanılan onsekiz uçucu yağın antifungal aktivitesini incelemişler. Kekik yağının en etkili inhibitör olduğunu ve dirençli bir *Penicillium* türü haricinde 1000 µL/L ve daha düşük konsantrasyonlarda test edilen tüm patojenleri tamamen inhibe ettiğini gözlemlemişler. Eugenol (%81.2) bakımından zengin olan tarçın yağı, iyi fungusit potansiyeli gösterirken, karvon bakımından zengin yağlar, narenciye

patojenlerine karşı ümit verici bir aktivite gösterdiklerini ve *Lippia citriodora*'nın uçucu yağı avokado'dan izole edilen *Lasiodiplodia theobromae* hariç tüm patojenlere karşı etkili olduğunu tespit etmişlerdir.

Başka bir çalışmada, *Zataria multiflora* Boiss. Bitkisinden elde edilen uçucu yağın 200 ppm ve 500 ppm'lik dozlarının *Alternaria alternata*'nın misel büyüme ve morfoloji üzerindeki etkisini araştıran Mahmoudi *et al.* (2011) fungusun miselyum gelişiminin tamamen engellendiğini tespit etmişlerdir. Ayrıca Işık Mikroskopunda, test fungusunun uçucu yağın 300 ppm'lik dozunda morfolojik değişiklikler gösterdiğini ve domates meyvelerinde yaptıkları *In vivo* denemelerinde, *Z. multiflora* yağının 500 ppm'lik konsantrasyonunda, çürümüş domateslerin yüzdesini önemli ölçüde azalttığını bildirmişlerdir.

Behdad ve Babagoli (2012), *Carum copticum*, *Zataria multiflora* ve *Satureja hortensis*'den elde edilen uçucu yağların *A. solani* üzerine *in vitro*'da antifungal etkilerini incelemişlerdir. *C. copticum* uçucu yağının 200 ppm dozu *A. solani*'nin misel büyümesini %99,5 oranında engellediğini, 400 ppm'lik dozu ise 12 gün boyunca fungusun büyümesini durdurduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı çalışmada *Z. multiflora* ve *S. hortensis*'in esansiyel yağlarının patojenin büyümesini engellemede etkili olmadığını ve hatta 400 ppm'lik *Satureja hortensis*'in mantarın misel büyümesini teşvik ettiğini tespit etmişlerdir.

Kordali *et al.* (2013), *Nepeta mayeri* Benth. bitkisinin uçucu yağının antifungal etkisini laboratuvar koşullarında, on altı bitki patojeni fungusların büyümesi üzerine antifungal etkilerini araştırmışlar. *N. mayeri* uçucu yağının test edilen fungusların mücadelesinde ticari preparat olarak kullanılan benomil fungusitinden daha etkili olduğunu bulmuşlar. Uçucu yağın antifungal aktivitesinin test edilen bitki patojeni funguslara karşı %18.5-100 oranında misel büyümesini engellemede etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

Djordjevic *et al.* (2013), *Mentha piperita*, *Eucalyptus globulus*, *Pinus sylvestris*, *Rosmarinus officinalis*, *Pimpinella anisum* ve *Origanum vulgare* bitkilerinin uçucu

yağlarının domates patojeni olan *Fusarium oxysporum*'a karşı *in vitro* ortamda en düşük dozda bile (0.04 µl/ml) fungusun misel gelişimini engellemede çok fazla etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Xu *et al.* (2014), *Laurus nobilis* L. esansiyel yağını kullanarak, *Alternaria alternata*'nın *in vitro* ve *in vivo* antifungal aktivitesini incelediklerinde; *in vitro* denemede 800 µg mL⁻¹ *A. alternata*'nın misel büyümesini tamamen inhibe ettiğini, patojenin konidial çimlenmesi, 200 µg mL⁻¹'de anlamlı bir şekilde engellediğini belirlemişler. Aynı zamanda fungusun misel ağırlığı 500 µg mL⁻¹ de etkili bir şekilde azaltığını; *in vivo* denemelerinde ise, 500 µg mL⁻¹ dozu kiraz domateslerini (*Lycopersicon esculentum*) *A. alternata* enfeksiyonlarından korunmada etkili olduğunu gözlemlemişlerdir.

Araştırmacılar, neem (*Azadirachta indica*), kastor (*Ricinus communis*), sitronella (*Cymbopogon* sp.) ve kafur (*Cinnamomum camphora*) btkilerinden elde edilen uçucu yağların *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus* ve *Penicillium* sp. patojenlerinin misel büyümeleri üzerine antifungal aktivitelerini test etmişler. *C. camphora* ve *Cymbopogon* sp. yağları fungusların üzerine yüksek oranda antifungal aktivite gösterdiklerini bildirilmişler. Kafur ve Citronella yağı *A. niger* üzerine sırasıyla, %100, %58.13, *A. flavus* üzerine %96.38, %51.32 ve *Penicillium* sp. üzerine %84,76, %72,76 oranında engelleme inhibisyonu gösterdiklerini diğer uçucu yağların ise önemli antifungal etki göstermediklerini tespit etmişlerdir (Mahilrajan *et al.* 2014).

Soya ve Köse (2015), *Origanum onites* L., *Thymbra spicata* L., *Lavandula stoechas* L. Subsp. *stoechas* L., *Foeniculum vulgare* Mill ve *Laurus nobilis* L.'den elde edilen bitki uçucu yağlarının 20.0 ve 80.0 µg ml⁻¹'lik dozları turunçgillerin hasat sonrası patojenin (*Alternaria alternata*) büyümesini tamamen inhibe ettiklerini gözlemlemişlerdir.

Felšöciová *et al.* (2015), beş *Penicillium* türü üzerinde 15 uçucu yağın antifungal aktivitelerini incelemişler. Bu çalışmada, *Lavandula angustifolia*, *Carum carvi*, *Pinus mungo* var. *pulmilio*, *Mentha piperita*, *Chamomilla recutita* L., *Pinus sylvestris*, *Satureja hortensis* L., *Origanum vulgare* L., *Pimpinella anisum*, *Rosmarinus officinalis* L., *Salvia*

officinalis L., *Abietis albia etheroleum*, *Chamomilla recutita* L. Rausch, *Thymus vulgaris* L., ve *Origanum vulgare* L. Bitkilerinden elde edilen uçucu yağların *Penicillium brevicompactum*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium crustosum*, *Penicillium expansum* ve *Penicillium griseofulvum*'un üzerine antifungal etkilerini araştırmışlar. *P. anisum*, *C. recutita* ve *T. vulgaris*, yağlarının umut verici antifungal aktiviteye sahip olduklarını, *O. vulgare* ve *P. anisum*'un en yüksek antifungal etkiyi gösterdiklerini bildirmişlerdir.

Artemisia indica, *Eucalyptus globulus*, *Juniperus recurva*, *Mentha arvensis*, *Thymus linearis* ve *Zanthoxylum armatum* DC. bitkilerinden elde edilen uçucu yağların, elmada meyve çürüklüğünün etmeni olan *Glomerella cingulata*'nın in-vitroda misel gelişimini önemli oranda engelledikleri bulunmuştur. Aynı çalışmada *T. linearis* ve *M. arvensis* uçucu yağlarının %40'lık, *Z. armatum*'un %60'lık, *E. globulus*'un %70'lik, *J. recurva*'nın %80'lik ve *A. indica*'nın %90'lık konsantrasyonlarda fungusun miselyum gelişimini tamamen engellediklerini tespit etmişlerdir (Kuinkel *et al.* 2016).

Lima *et al.* (2016), sarımsak, biber ve kişniş bitki ekstraktların ile neem ve portakal kabuğu esansiyel yağlarının *Alternaria alternata* ve *Alternaria dauci* patojenlerine karşı antifungal etkinliklerini araştırdıklarında, sarımsak özü ve portakal esansiyel yağı, *A. dauci* ve *A. alternata*'yı belirgin şekilde kontrol etme potansiyeli gösterdiklerini ortaya koymuşlardır.

Abreu *et al.* (2016), domates erken yanıklık hastalığı etmeni olan kontrolünde *Cymbopogon citratus*, *Eucalyptus citriodora*, *Piper hispidinervum*, *Cymbopogon martini*, *Rosmarinus officinalis*, *Syzygium aromaticum*, *Cinnamomum zeylanicum*, *Mentha piperita*, *Citrus sinensis var. dulcis*, and *Melaleuca alternifolia*'dan elde etikleri uçucu yağların etkinliklerini *In vitro*'da araştırdıklarında *C. zeylanicum*, *C. martini*, *C. citratus* ve *S. aromaticum* uçucu yağlarının 2000 µL/l'lik dozu *E. citriodora* ve *M. alternifolia*'nın ve *M. Piperita*'nın 5000 µL/l'lik dozunun fungusun miselyum gelişimi ve konidia çimlenmesini tamamen engellediğini tespit etmişlerdir. Sera koşullarında ise *C. zeylanicum*, *C. martini*, *C. citratus* ve *S. aromaticum* uçucu yağlarının 750, *E. citriodora*

yağının ise 5000 µL/l'lik dozlarının hastalığın gelişmesini tamamen engellediğini belirlemişlerdir.

Yılar *et al.* (2016), *Vitex agnus-castus* L. ve *Myrtus communis* L. bitki uçucu yağlarının antifungal aktivitesini *in vitro* koşullarında dört bitki patojenin (*F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*, *R. solani*, *S. sclerotiorum* ve *V. dahliae*) misel büyümesi üzerindeki etkisini araştırmışlar. Araştırma sonucunda, *M. communis* esansiyel yağının 10 µL/ Petri dozunun *V. dahliae*, *S. sclerotiorum* ve *R. solani*'nin miselyum gelişimini %100, *V. agnus-castus* uçucu yağının ise 10 µL/Petri dozunda *V. dahliae* ve *S. sclerotiorum*'un büyümesini %100 inhibe ettiklerini bulmuşlardır.

Kordali *et al.* (2016), *Myrtus communis* L. genotiplerinin meyvelerinden elde edilen esansiyel yağların 19 bitki patojeni funguslara karşı antifungal aktivitesini araştırdıkları çalışmalarında uçucu yağların bütün fungusların misel büyümesini engellediğini, ancak antifungal aktivitelerinin ticari preparat olan Benomyl fungusitinden daha düşük olduğunu bildirmişlerdir.

Tomazoni *et al.* (2016), *Lippia alba* Mill. bitkisinin dört kemotipinden elde edilen uçucu yağının 0.1, 0.5, 1.0, 1.5 ve 2.0 µL mL⁻¹ dozlarını *in vitro* 'da domateste erken yanıklığına neden olan *Alternaria solani*'ye karşı antifungal etkinliğini araştırmışlar. 0,5 µL mL⁻¹'de sitral kemotipin en iyi inhibisyonu gösterdiğini, linalool kemotipin 1.5 µL mL⁻¹ konsantrasyonundan başlayarak etkili olduğunu, fakat kafur kemotipinin ise fitopatojenlere karşı herhangi bir etki göstermediğini belirlemişlerdir.

Sharma *et al.* (2017), Solgunluğa neden olan *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*'ye karşı Karanfil (*Syzygium aromaticum*), limon otu (*Cymbopogon citratus*), nane (*Mentha piperita*) ve okaliptüs (*Eucalyptus globulus*) bitkilerinden elde edilen uçucu yağların antifungal aktivitelerinin incelenmesi sonucunda, karanfil uçucu yağlarının en yüksek antifungal etkiyi gösterdiğini ve fungusların düşük konsantrasyonlarda bile fungusun miselyum gelişimini tamamen inhibe ettiğini belirlemişlerdir. Limon otu, nane ve okaliptüs esansiyel yağlarının ise yüksek konsantrasyonlarda inhibitör aktiviteleri

gösterdiklerini tespit etmişler. Ayrıca, karanfilin taramalı elektron mikroskobu (SEM) ve atomik kuvvet mikroskobu (AFM) altında gözlemlendiğinde fungusun morfolojisini etkilediğini tespit etmişler. Saksı denemelerinde, domates bitkilerinde %5 sulu karanfil emülsiyonunun *F. oxysporum f. sp. lycopersici* enfeksiyonunu kontrol ettiğini ortaya çıkarmışlardır.

El Ouadi *et al.* (2017), *Melissa officinalis* L. uçucu yağının hasat sonrası hastalık etmenlerinin kontrol maddesi olarak potansiyel kullanımlarının araştırıldığı çalışmada, *P. expansum* ve *R. stolonifer*'in 2 µL/mL konsantrasyonda yüksek bir duyarlılık gösterdiklerini bulmuşlardır. İnhibisyon oranların *P. expansum* için 0.25 µL/mL'de, %73.2; 1 µL/mL'de %100, *R. stolonifer* için 0.25 µL/mL'de %16.27 ve 2 µL/mL'de %100 inhibisyon oranına sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Tomazoni *et al.* (2017), *Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus globulus* ve *Cinnamomum camphora* bitkilerinden hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağların *Alternaria solani*'ye karşı aktivitesini incelemeleri sonucunda, tüm uçucu yağların hem *in vitro* hem de *in vivo* testlerinde erken yanıklığı kontrol etme yeteneğine sahip olduklarını belirlemişlerdir.

Fusarium solani, *F. oxysporum*, *F. verticillioides*, *F. proliferatum* ve *F. subglutinans* etmenlere karşı *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. uçucu yağının antifungal etkisinin araştırıldığı çalışmada, inkübasyondan beş gün sonra, 7-8 µL/mL konsantrasyonunda fungus miselinin büyümesini tamamen engellediği tesbit edilmiştir. Test fungusları üzerindeki uçucu yağın minimum inhibitör konsantrasyonu ve minimum fungisidal konsantrasyonu sırasıyla 7-8 µL/mL ve 8-10 µL/mL aralığında olduğunu belirlenmişlerdir (Gakuubi *et al.* 2017).

Heracleum platytaenium Boiss. ve *Myrtus communis* L. esansiyel yağlarının *Alternaria solani* ve *Monilia laxa* funguslarına karşı antifungal etkilerinin araştırıldığı çalışmada, uçucu yağların 7 ve 10 µL/Petri'lik dozları *A. solani*'nin misel büyümesini %100 inhibe ettiklerini belirlemişlerdir (Bayar *et al.* 2017).

Perveen *et al.* (2018), *Commiphora molmol* Engler. uçucu yağının hasat sonrası hastalık oluşturan funguslara karşı etkisini araştırmışlar. Bitki uçucu yağının test edilen tüm mantarların büyümesini engellediğini bildirmişlerdir. Sporların çimlenme yüzdesindeki azalma, *Fusarium solani*, *Cladosporium* sp., *A. alternata*, *Fusarium oxysporum* ve *Aspergillus flavus* için sırasıyla %76.75, %73.5, %71.0, %70.25 ve %67.5 oranlarında olduğunu tespit etmişlerdir.

Yılar *et al.* (2018), *Monilinia fructigena*'ya karşı *Thymus spicata* ve *Rosmarinus officinalis* uçucu yağlarının fumigant etkisini petri kabında test etmişler. *T. spicata*'nın 2µL/Petrilik konsantrasyonu fungus büyümesini %100 engellerken, *R.officinalis* uçucu yağının ise 16 µL/petrik dozunda fungusun misel gelişimini %100 inhibe ettiğini bildirmişlerdir.

Bayar *et al.* (2018a), *Mentha spicata* L. bitkisinden elde edilen uçucu yağın 10 µL/Petri'lik dozu invitro ortamında nohut yanıklık hastalığına neden olan patojenin (*Ascochyta rabiei*) miselyum gelişimini tamamen inhibe ettiğini bulmuşlardır. Diğer bir çalışmada ise aynı araştırmacılar *M. spicata* uçucu yağının 12 µL petri⁻¹ dozunda *V. dahliae* ve *A. solani*'nin misel büyümelerini inhibe ettiğini tespit etmişlerdir (Bayar *et al.* 2018b).

Vaccinium myrtillus L. ve *Laurus nobilis* L. bitkilerinden hidrodistilasyonla elde edilen esansiyel yağlarının antifungal aktivitelerinin araştırıldığı çalışmada *V. myrtillus* uçucu yağın *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.), *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* (Sacc.) ve *Verticillium dahliae* Kleb. funguslarının misel büyümelerini sırasıyla, %61.38, %100, %80.36, %57.91 oranlarında inhibe ettiğini, *L. nobilis* esansiyel yağının ise 10 µL/Petri dozunda *A. solani* ve *S. sclerotiorum* patojenlerinin misel büyümelerini %100 ve *V. dahliae*'nin büyümesini ise %61.23 oranında engellediklerini bildirmişlerdir (Bayar *et al.* 2018c).

Üstüner *et al.* (2018), *Cuminum cyminum* L., *Mentha longifolia* L. ve *Allium sativum* L. uçucu yağlarının antifungal etkilerini araştırmışlar. Antifungal etki denemelerinde *C. cyminum* *M. longifolia* ve *A. sativum*'den elde edilen uçucu yağlar, incelenen tüm

konsantrasyonlarda (5, 10, 15, 20 µL/Petri) *V. dahlia* miselyum büyümesinde %100 etkili olduklarını bulmuşlardır. Bununla birlikte, *C. cyminum* ve *M. longifolia* uçucu yağlarının *F. oxysporum* patojeninin misel gelişiminde 5µL/Petri konsantrasyonunda %30-36.6 oranında etkili olurken, diğer 3 konsantrasyon, fungusların büyümesini tamamen inhibe ettiği, *A. sativum* uçucu yağı ise tüm konsantrasyonlarda *F. oxysporum*'un misel büyümesinde %100 engelleyici etki gösterdiklerini belirlemişlerdir.



3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmanın materyalini, 11 farklı bitki türünden elde edilen uçucu yağlar, domates meyvesi ve domates meyvesinde önemli derecede hastalık ve verim kaybı oluşturan *Alternaria solani* (Ell. and Mart.) Jones and Grout. fungusu oluşturmaktadır.

3.1.1. Bitki türlerinin toplanması ve teşhisleri

Çalışmada kullanılan bitkiler; (*Satureja hortensis* L. Erzurum Pasinler ilçesinden), (*Thymbra spicata* L., *Origanum majorana* L., *Origanum syriacum* L., *Origanum vulgare* L., *Origanum onites* L., Fethiye/Muğla ilçesinden), (*Artemisia santoniacum* L., *Artemisia absinthium* L., *Artemisia spicigera* C. Koch. Atatürk Üniversitesi Kampüs Alanından) ve (*Thymus sipyleus* Boiss Erzurum Palandöken Dağı çevresinden) 2017-2018 yıllarında Haziran-Eylül aylarında toplanmıştır. Bitkiler labarovara getirildikten sonra öğütme değirmeni yardımıyla küçük parçalara ayrılıp gölgeli ortamda sık sık havalandırılarak kurutulup muhafaza edilmiştir. Herbaryumları yapılan bitkilerin teşhisleri Prof. Dr. Şaban KORDALI/ Doç. Dr. Meryem Şengül Köseoğlu (Atatürk Üniversitesi, Fen Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Botanik Anabilim Dalı) tarafından yapılmış ve herbaryum örnekleri Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Koruma Bölümü Herboloji Laboratuvarında muhafaza edilmektedir.

3.1.1.a. *Satureja hortensis* L.

Lamiaceae familyasına ait olan yerel olarak kekik, kaya kekiği, yer kekiği, anık, çibriska, cubriza, geyikotu, zater ve sater olarak bilinen tek yıllık otsu bir bitki (Şekil 3.1) olan *Satureja hortensis* L.. Türkiye’de İstanbul başta olmak üzere Sakarya, Zonguldak, Amasya, Samsun, Ankara, Nevşehir, Sivas, Erzincan, Adıyaman, Adana, Diyarbakır, Samsun, Tokat ve Erzurum illerinde yayılış göstermektedir (Katar *et al.* 2011).



Şekil 3.1. *Satureja hortensis* L.'in genel görünüşü

3.1.1.b. *Thymbra spicata* L.

Lamiaceae familyasına ait çok yıllık çalimsı bir tür olan (Şekil 3.2), yerel olarak Zahter ve Karabaş kekiği olarak adlandırılan *T. spicata*, Doğu Akdeniz Bölgesi ülkelerinin hemen hemen tümünde yayılış gösteren bir türdür. Kalkerli yamaçlarda 121 ila 1249 m arasında açık güneşli yerlerde yetişen (Kızıl 2010); bu tür Türkiye’de Trakya, Ege, Akdeniz sahilleri ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinde yaygın olarak yetişmektedir (Tanker ve Dlisulu 1984).



Şekil 3.2. *Thymbra spicata* L.'ın genel görünüşü

3.1.1.c. *Origanum syriacum* L.

Lamiaceae familyasına ait çok yıllık çalimsı bir bitki türü olan *Origanum syriacum* (Şekil. 3.3). Türkiye’de Adana, Hatay, İçel ve Sivas’ta yayılış göstermektedir. Dünyanın birçok yerinde ekilen ve genellikle ‘‘Suriye kekiği’’ olarak adlandırılan tür kalkerli kayaların olduğu yamaçlarda, çoğunlukla 200-2700 m yükselti arasında kısmen gölgeli alanlarda yetişmektedir (Davis 1967).



Şekil 3.3. *Origanum syriacum* L.'un genel görünüşü

3.1.1.d. *Origanum onites* L.

Lamiaceae familyası içinde yer alan, yerel olarak “İzmir veya Türk Kekiği, Ak Kekik” isimleriyle bilinen *Origanum onites* (Şekil 3.4) 1 cm kadar kalınlaşabilen çok yıllık yarı çalimsı bir tür olup Türkiye’de Muğla, Isparta, Denizli ve İzmir civarında yetişmektedir (Başer 2000). Çoğunlukla Kayalık, taşlı, çakıllı kurak yamaçlarda 0-1500 m arasında yetişmektedir.



Şekil 3.4. *Origanum onites* L.'in genel görünüşü

3.1.1.e. *Origanum majorana* L.

Lamiaceae familyasına ait çok yıllık otsu, yarı çalimsı bir bitki olan, Türkiye’de Antalya ve İçel bölgelerde yayılış gösteren, ‘Ak kekik ve Mercanköşk’ ismiyle bilinen bu tür kuru yamaçlarda, kayalık yerlerde, kısmi gölgede ve 30-1500 m arası yüksekliklerde yetişmektedir.



Şekil 3.5. *Origanum majorana* L.'nin genel görünüşü

3.1.1.f. *Origanum vulgare* L.

Lamiaceae familyasına ait çok yıllık, 50-80 cm boylanabilen, çalimsı görünüşlü bir tür (Şekil 3.6) olup Türkiye'de Trakya, Marmara, Batı ve Güney Anadolu'da yaygın olarak kalkerli, kuru tepeler ve kayalık yamaçlarda, kısmı gölgede 0-2500 m yüksekliklerde yayılış göstermektedir (Bağcı *et al.* 2017).



Şekil 3.6. *Origanum vulgare* L.'nin genel görünüşü

3.1.1.g. *Artemisia santonicum* L.

Asteraceae familyasına ait çok yıllık çalimsı bir bitkidir (Şekil 3.7). Türkiye’de İstanbul, Kastamonu, Afyonkarahisar, Ankara, Balıkesir, Çanakkale, Kocaeli, Kayseri ve Konya bölgelerde, 0-1300 m yükseklikte yetişmektedir. Bitkinin habitatı kireçli ve tuzlu yamaçlarındadır. Bitki ‘‘Kokulu yavşan ve deniz yavşan’’ olarak bilinir.



Şekil 3.7. *Artemisia santonicum* L.'nin genel görünüşü

3.1.1.h. *Artemisia absinthium* L.

Asteraceae familyasına ait çok yıllık bir tür (Şekil 3.8) olan *Artemisia absinthium* Türkiye’de İstanbul, Trakya, Uludağ, Kuzey Anadolu, Ankara, Erzincan ve Erzurum yetişmektedir. “Ak pelin, Büyük pelin, Acı yavşan, Ayvadene, Havşan ve Pire otu” gibi yöresel isimlerle bilinen bu tür kayalık, taşlı, çakıllı ve kurak yamaçlarda yetişmektedir.



Şekil 3.8. *Artemisia absinthium* L.'nin genel görünüşü

3.1.1.1. *Artemisia spicigera* C. Koch

Artemisia spicigera Asteraceae familyasına ait çok yıllık yarı çalimsı (Şekil 3.9), 1000 ila 2500 m arası yükseltilerde Ankara, Erzurum, Erzincan, Ağrı, Meraş ve Konya bölgelerde yayılış gösteren tür “Yavşan otu” olarak bilinmektedir.



Şekil 3.9. *Artemisia spicigera* C Koch.'un genel görünüşü

3.1.1.i. *Thymus sipyleus* Boiss.

Lamiaceae familyasına ait kısa, yayvan, odunsu ve çok yıllık (Şekil 3.10) bir tür olan *Thymus sipyleus* 400-2700 m irtifalar arasında, dağ stepleri ve kayalık yamaçlarda yayılış göstermektedir. Türkiye'de tüm Anadolu'ya özgü endemik bir türü olup ‘‘Kekik’’ ismiyle bilinmektedir.



Şekil 3.10. *Thymus sipyleus* Boiss.'un genel görünüşü

3.1.2. Uçucu yağların elde edilmesi

Gölgede kurutularak öğütülen bitki örneklerinin uçucu yağları Clevenger (Şekil 3.11) cihazı kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile izole edilmiştir. Bu işlem yaklaşık 4-6 saat sürmektedir. Elde edilen uçucu yağlar kloroform ile yıkanıp, sodyum sülfat ile sudan arındırılma işlemi gerçekleştirilmiştir. Kloroform rotari evapator ile düşük sıcaklık ve basınçta uzaklaştırılarak uçucu yağlar elde edilmiştir. Elde edilen uçucu yağlar çalışmalarda kullanılmak üzere buzdolabında +4°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.11. Uçucu yağların elde edildiği Clevenger düzeneği

3.1.3. Domates meyveleri

Sağlıklı ve aynı büyüklükte seçilen domates meyveleri marketten temin edilmiş ve kullanılıncaya kadar +4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.11. Çalışmada kullanılan domates meyveleri

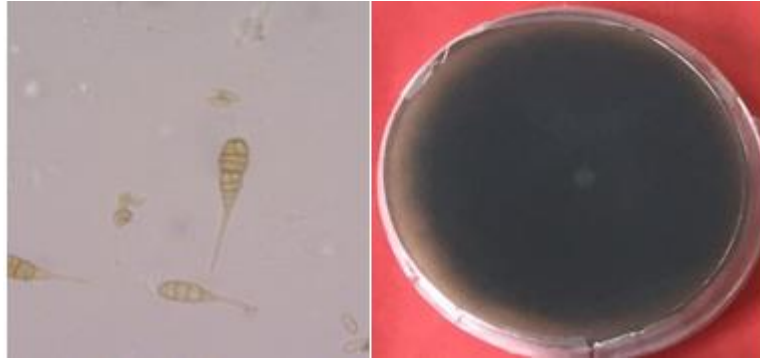
3.1.4. Patojen izolasyonu ve muhafazası

Alternaria solani pazarlardan toplanan erken yaprak yanıklık hastalığın belirtileri gösteren (Şekil 3.11) domateslerden izole edilmiştir. Hastalıklı domates meyveleri laboratuvara getirilerek 1-2 dakika süreyle çeşme suyu altında yıkanmış ve sonra saf suyla durulanmıştır. Kurutulduktan sonra hastalıklı ve sağlıklı kısımlardan kesilmiş küçük parçalar %1 NaClO solüsyonu ile 2-3 dak. yüzey sterilizasyonuna tabii tutulmuş ve akabinde saf su ile 2-3 dakika durulanmış ve kurutma kağıt ile kurulanmıştır. Takiben bitki parçacıkları daha önce hazırlanmış olan PDA içeren petrilere bırakılmış ve gelişim için inkübatorda $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ sıcaklıkta inkübasyona bırakılmıştır. Gelişen funguslar

mikroskop altında kontrol edilerek, 7 gün sonra yeni besi yerine aktarılmıştır. Burada gelişen funguslar tek spor kültürü ile saflaştırılarak numaralandırılmıştır (Şekil 3.12). PDA ortamında en hızlı gelişim gösterenler 11 İzolatlar seçilerek denemelerde kullanılmak üzere +4°C’de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.12. Patojen izole edilmesinde kullanılmış erken yanıklık hastalığı ile enfekteli domates meyvesi



Şekil 3.13. *Alternaria solani* patojeni

3.2. Yöntem

3.2.1. Uçucu Yağların *In vitro*'da Antifungal Etkinliklerinin Araştırılması

Bitki uçucu yağlarının in-vitro'da aktivitelerini araştırmak için erlanmeyer içerisine konulan patates dektroz agar (PDA) 121°C de 15 dakika otoklav edilip, 40°C ye kadar soğutulduktan sonra ½ oranında DMSO ile çözülmüş uçucu yağlar 140, 180, 560 ve 1000 µl/L konsantrasyonlarda olacak şekilde ilave edilip çalkalama yapılarak homojen bir karışım sağlanıp steril petri kaplarına (her petriye 20 ml olacak şekilde) dökülmüştür. Besi yeri hazırladıktan sonra, 7 günlük fungus kültürlerden mantar delici yardımıyla alınan 5.0 mm çapındaki diskler misel yüzü besiyeri üzerine gelecek şekilde her petri kabının ortasına birer tane gelecek şekilde ekim yapılmıştır (Şekil 3.14) (Kordali *et al.* 2013). Çevresi parafilm ile sarılan petri kapları 25±2°C'ye ayarlanmış inkubatöre bırakılmıştır. Günlük olarak fungusların misel gelişim çapları kumpas yardımıyla ölçülerek kaydedilmiştir. Negatif kontrol olarak DMSO çözücüsü (1:2), pozitif kontrol olarak ise ticari preparat Captan 500 FL (etkili maddesi 500 gr/L captan) kullanılmıştır. Uçucu yağların antifungal etkileri % aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır. Denemeler 4 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olarak kurulmuştur.

Büyüme engelleme yüzdesi (%) aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır (Deans and Soboda, 1990).

$$\% \text{ Engelleme oranı: } \frac{(C-T)}{C} \times 100$$

C=Kontrol hifin uzunluğu (mm)

T=Uygulama yapılmış hifin uzunluğu (mm)



Şekil 3.14. Uçucu yağ ile uygulama yapılmış Petri kabları

3.2.2. Uçucu Yağların *In vivo*'da Domates Meyvesi Üzerinde Hastalığın Gelişimine Etkilerinin Test Edilmesi

Çalışmada kullanılan domates meyvelerinin yüzeysel dezenfeksiyonu yapmak amacıyla, domates meyveleri %1'lik sodyum hipoklorid çözeltisinde 1 dk bekletildikten sonra saf su ile yıkanıp, kurutma kağıdı kullanarak kurutulmuş ve domates meyveleri steril plastik kutulara birer adet yerleştirilerek ekvatorial bölgelerden 6 mm çapında ve 3 mm derinliğinde steril bir neşterle yaralar açılmıştır (Lopez-Reyes *et al.* 2010). Açılan yaralara mantar delici ile 7 günlük fungus kültüründen 5.0 mm çapında fungal diskler kesilerek yerleştirilmiştir. İnokule edilen domates meyveleri patojenin gelişmesi için 24 saat süreyle oda sıcaklığında bırakılmıştır. Daha sonra uçucu yağlar 2.5, 5, 10 ve 20 µl/meyve konsantrasyonlarında yaralara otomatik pipetle verilip ve açılmış yaralar tekrar kapatılmıştır. Uygulamadan 7 gün sonra fungal etmenlerin oluşturduğu belirtilerin

Çapları birbirine dik ayrı yönlerde cetvel ile llmstr. Deneme 3 tekerrürlü ve 2 tekrarlı olacak Şekilde yrtlmstr.

Büyüme engelleme yüzdesi (%) aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Engelleme oranı: } \frac{(C-T)}{C} \times 100$$

C=Kontrol'daki fungus kolani'nin uzunluğu (mm)

T=Uygulama yapılmış fungus kolani'nin uzunluğu (mm)



Şekil 3.15. *In vivo* denemesinden genel bir görünüş

3.2.3. İstatistiksel Analizler ve Deneme Deseni

Hem petri hem de domates meyveleri üzerindeki yapılmış uygulamalar tesadüf parselleri deneme desenine göre, petri kapları da her konsantrasyonda 4 tekerrür ve her tekerrür 1 petri, meyve üzerindeki deneme de ise 3 tekerrür ve her tekerrür 1 meyve olacak Şekilde kurulmuştur. Elde edilen tüm veriler SPSS istatistik programı (SPSS Inc., versiyon 20.)

kullanılarak tek yönlü ANOVA ile varyans analizi yapılmış ve konsantrasyonlar arasındaki farklılıklar Duncan Çoklu Karşılaştırma testi ($p \leq 0.05$) ile tespit edilmiştir.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Domateste erken yaprak yanıklık hastalığına sebep olan *Alternaria solani* etmeninin *in vitro* şartlarda misel ve *in vivo* şartlarda meyvedeki gelişimi üzerine *Satureja hortensis* L., *Thymbra spicata* L., *Origanum majorana*, L. *O. syriacum* L., *O. vulgare* L., *O. onites* L., *Artemesia santanicum* L., *A. absinthium* L., *A. spicigera* C Koch. ve *Thymus sipyleus* Boiss. bitkilerden elde edilen uçucu yağların farklı dozlarının antifungal etkileri araştırılmıştır. Petri denemelerinde uçucu yağların 140, 280, 560, 1000 µl/L, domates meyveleri üzerinde ise 2.5, 5, 10, 20/meyve dozları test edildiğinde uçucu yağların ait oldukları bitkilere ve konsantrasyonlarına bağlı olarak farklı antifungal aktiviteler gösterdikleri tespit edilmiştir.

4.1. Çalışmada Kullanılan Uçucu Yağlarının Kimyasal Bileşimi

Bu çalışmada kullanılan 10 farklı bitkiden elde uçucu yağların ana bileşenleri ve bağlı yüzdeleri literatüre bağlı olarak Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kullanılmış bitki türlerinin uçucu yağlarının ana bileşenleri ve bağlı yüzdeleri

Bitki Türleri	Ana bileşenler	Bağlı yüzde (%)	Litaratür
<i>Origanum vulgare</i> L.	Carvacrol	63.97	Özkan <i>et al.</i> (2017)
	p-cymene	12.63	
	linalool	3.67	
	α-terpeniol	2.54	
	(-)-terpinen-4-ol	2.24	
<i>Origanum onites</i> L.	Carvacrol	70	Tasdemir <i>et al.</i> (2017)
	Linalool	9.7	
	p-cymene	7	
	gamma-terpinene	2	
	thymol	1.7	
<i>Origanum majorana</i> L.	Carvacrol	65	Perna ve Vasudeva (2015)
	terpinen-4-ol	31.15	
	cis-sabinene hydrate	15.76	
	sabinene	6.91	
	p-cymene	6.83	
	trans-sabinene hydrate	3.86	

Çizelge 4.1. (devam)

	α -terpineol thymol	3.71 4	
<i>Origanum syriacium</i> L.	Thymol carvacrol p-cymene γ -terpinene β -caryophyllene	37.8-56.3 10.3-35.8 4.2-14.8 1.5-10.6 1.2-2.1	El-Alam <i>et al.</i> (2019)
<i>Artemisia spicigera</i> C.koch	Camphor 1,8-cineole β -Eudesmol borneol cubenol terpinen-4-ol α -terpineol spathulenol caryophyllene oxide	34.9 9.5 7.2 5.1 4.2 1.2 1.6 3.7 1.8	Kordali <i>et al.</i> (2005)
<i>Artemisia santonicum</i> L.	Camphor 1,8-cineole borneol terpinen-4-ol α -terpineol spathulenol caryophyllene oxide	18.2 9.5 4 3.5 4.1 1.3 1.7	
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Chamazulene nuciferol butanoate nuciferol propionate caryophyllene oxide terpinen-4-ol (Z)-sesquisabinenehydrate spathulenol	17.8 8.2 5.1 4.3 1.8 2.7 1.8	
<i>Satureja hortensis</i> L.	Carvacrol γ -terpinene β -cymene α -terpinene thymol	54.74 20.94 12.30 2.04 1.97	Tozlu <i>et al.</i> (2011)
<i>Thymbra spicata</i> L.	Carvacrol γ -terpinene β -cymene α -terpinene thujene trans-caryophyllene β -myrcene	34.9 25.6 9.1 6.9 5.2 5.1 4.8	Kılıç (2015)
<i>Thymus sipyleus</i> Boiss.	Thymol Carvacrol γ -terpinene p-cymene borneol bisabolene trans-caryophyllene α -pinene	38.31 37.95 7.28 4.16 3.83 2.32 1.83 1	Ceylan ve Ugur (2015)

4.2. Kullanılan Bitki Türlerinin Uçucu Yağların % Verim Değerleri

Clevenger düzeneği kullanılarak hidrodistilasyon yöntemi ile elde edilmiş uçucu yağlar, miktarı yüzde olarak oranlanarak uçucu yağların % verimleri bulunmuştur. Kullanılan bitki türlerinden elde edilen uçucu yağların verimleri sırasıyla, *Origanum vulgare* %3.85, *O. onites* %4, *O. syriacium* %3.5, *O. majorana* %1.2, *Artemisia santonicum* %0.60, *A. absinthium* %0.85, *A. spicigera* %0.67, *Satureja hortensis* %2.3 ve *Thymus sipyleus* %0.82 olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2. Bitki uçucu yağlarının % verimleri (gr/gr bitki örneği)

Bitki türü	Uçucu yağ % verim
<i>Origanum vulgare</i> L.	3.85
<i>Origanum onites</i> L.	4.00
<i>Origanum majorana</i> L.	3.50
<i>Origanum syriacium</i> L.	1.20
<i>Artemisia santonicum</i> L.	0.60
<i>Artemisia spicigera</i> C.Koch	0.85
<i>Artemisia absinthium</i> L.	0.67
<i>Satureja hortensis</i> L.	2.30
<i>Thymbra spicata</i> L.	6.00
<i>Thymus sipyleus</i> Boiss.	0.82

4.3. *In vitro* Koşullarda Uçucu Yağ Uygulamalarının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout İzolatlarına Karşı Antifungal Etkileri

Bu çalışma kapsamında *Satureja hortensis*, *Thymbra spicata*, *Origanum majorana*, *O. syriacum*, *O. vulgare*, *O. onites*, *Artemesia santonicum*, *A. absinthium*, *A. spicigera* ve *Thymus sipyleus* bitkilerinden elde edilen uçucu yağların farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* izolatları üzerindeki antifungal etkilerini belirlemek için uçucu yağ içeren besi yerine funguslar ekildikten sonra 7 gün süreyle birbirine dik ayrı yönde ölçülerek kaydedilmiş ve verilerin ortalamasını alınarak istatistik analizlere tabi tutulmuştur.

4.3.1. *Origanum majorana* L. uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout. izolatlarına karşı antifungal etkileri

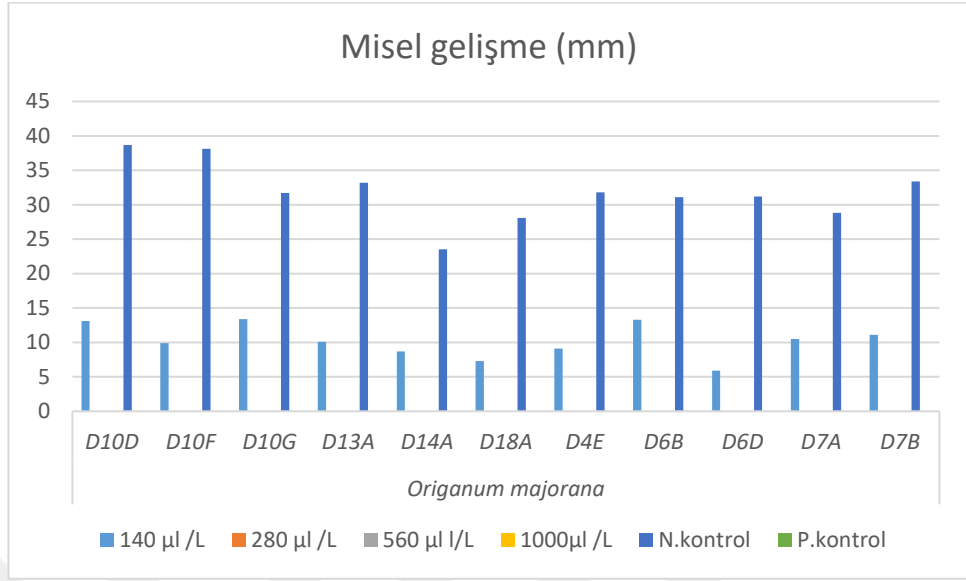
Origanum majorana uçucu yağının uygulamasının *Alternaria solani* izolatlarının fungal koloni çapı değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.3'te verilmiştir. İstatistiksel olarak *O. majorana* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı ($p<0.05$) önemli oranda antifungal aktivite göstermiş oldukları tespit edilmiştir.

Çizelge 4.3. *Origanum majorana* uçucu yağının petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatları üzerindeki antifungal aktiviteleri

A. solani İzolatları	Uçucu yağ konsantrasyonları								P. Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)		
D10D	13.1±1.0a	66	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	38.7±1.1
D10F	9.9±0.7b	74	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	38.1±0.9
D10G	13.4±1.5a	57.7	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.7±0.8
D13A	10.1±0.4a	69.5	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	33.2±0.5
D14A	8.7±0.8b	62.9	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	23.5±15.7
D18A	7.3±0.3b	74	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	28.1±4.1
D4E	9.1±0.1b	71	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.8±3.0
D6B	13.3±0.4a	57	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.1±1.0
D6D	5.9±1.0b	81	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.2±2.2
D7A	10.5±1.1a	63.5	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	28.8±2.0
D7B	11.1±0.8a	66.7	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	33.4±0.7

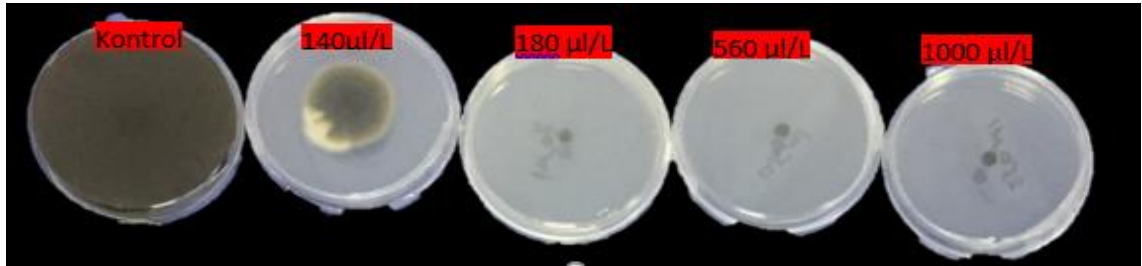
*Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.3'de görüldüğü gibi *O. majorana*'nın en düşük dozunda (140 µl/L) fungus izolatları farklı gelişmeler göstermişlerdir. *O. majorana* uçucu yağın 140 µl/L konsantrasyonunda, %57 ve 81 arasında değişen büyüme engellemeleri kaydedilmiştir. Diğer üç konsantrasyonda ise (280, 560, 1000 µl/L), fungusun büyümesi %100 engellenmiştir. Kullanılan en büyük üç konsantrasyondan (280, 500 ve 100 µl/L) alınmış sonuçlar, pozitif kontrolden elde edilen sonuçlarla aynı olduğu ve tüm fungus izolatlarının misel gelişimlerini %100 engelledikleri görülmüştür.



Şekil 4.1. *Origanum majorana* uçucu yağının *Alternaria solani* İzolatlarının misel gelişimleri üzerine antifungal etkileri

Şekil 4.1’de gösterildiği gibi *Alternaria solani* izotları sadece 140 µl/L konsantrasyonda gelişme göstermişlerdir. Uygulama yapılan petri kabındaki fungusun misel büyümesi, kontrol grubundan daha düşük olduğu (5.9-13.4 mm) görülmektedir.



Şekil 4.2. *Origanum majorana* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* misel gelişimine etkileri

Uçucu yağ konsantrasyonlarının petrileredeki etki görüntülerine bakıldığında, uçucu yağların fungusun misel gelişimine karşı farklı etki gösterdikleri tespit edilmiştir (Şekil 4.2). Farklı konsantrasyonlardaki ve kontroldaki büyüme farklılıkları net bir şekilde resimde (Şekil 4.2) görülmektedir.

4.3.2. *Origanum vulgare* uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout. izolatlarına karşı antifungal etkileri

Origanum vulgare L. uçucu yağının *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimlerinin koloni çapı değerleri üzerine etkileri Çizelge 4.4'te verilmiştir. İstatistiksel olarak *O. vulgare* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı göstermiş olduğu antifungal aktivitenin ($p < 0.05$) önemli olduğunu görülmüştür.

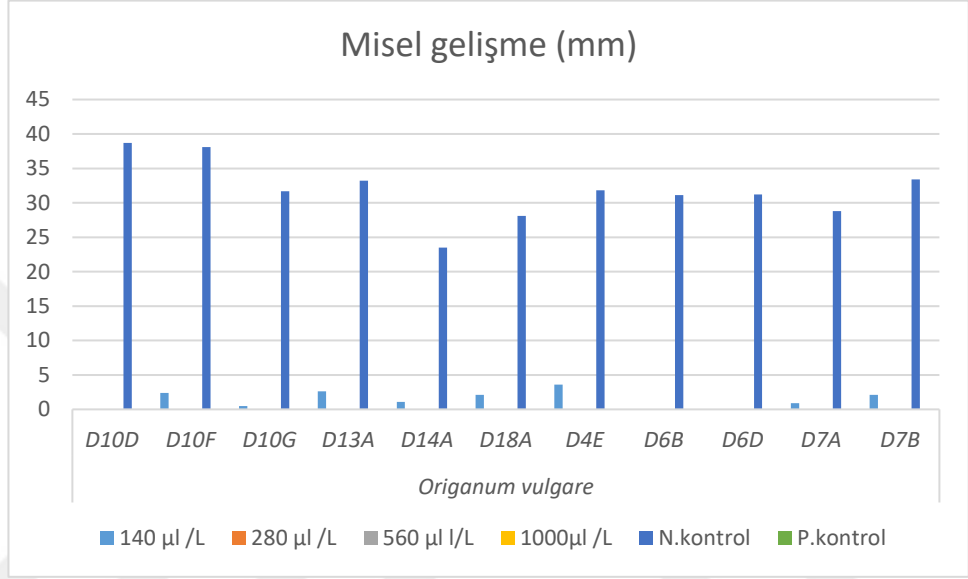
Çizelge 4.4. *Origanum vulgare* uçucu yağının petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

<i>A. solani</i> İzolatları	Uçucu yağ konsantrasyonları								P. Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)		
D10D	0.0±0.0b	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	38.7±1.1
D10F	2.4±0.4a	93.7	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	38.1±0.9
D10G	0.5±0.4a	98	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.7±0.8
D13A	2.6±0.3a	92	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	33.2±0.5
D14A	1.1±0.2a	95	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	23.5±15.7
D18A	2.1±0.5a	92.5	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	28.1±4.1
D4E	3.6±0.7a	88.6	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.8±3.0
D6B	0.0±0.0b	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.1±1.0
D6D	0.0±0.0b	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.2±2.2
D7A	0.9±0.6a	96.8	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	28.8±2.0
D7B	2.1±1.1a	93.7	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	33.4±0.7

*Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p < 0.05$) birbirinden farklıdır.

O. vulgare'nin en düşük dozu (140 µl/L) hariç diğer dozlarının fungusun misel gelişimi tamamen engellediği (Çizelge 4.4), 140 µl/L konsantrasyonunda ise izotlarının farklı oranlarda gelişim gösterdikleri belirlenmiştir. Ancak D10D, D6B ve D6D izolatlarında misel gelişimleri tamamen inhibe edilmiş olup diğer izolatlarda ise %88.6-%98 arasında değişen oranlarda engellemeler kaydedilmiştir.

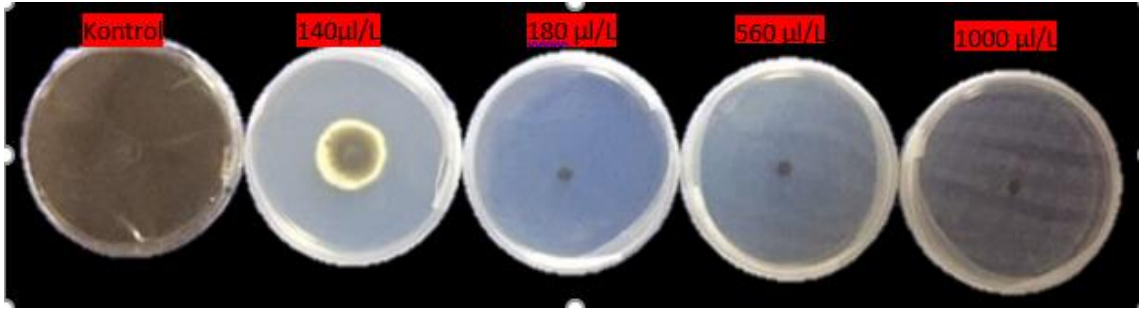
İzolatlarda en düşük inhibisyon oranı %88.6 olarak 140 µl/L'lik dozda D13A izolatında belirlenirken, 280, 500, 1000 µl/L dozlarda pozitif kontrole paralel olarak tüm izolatların gelişimlerinin %100 engellendiği tespit edilmiştir.



Şekil 4.3. *Origanum vulgare* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* misel gelişimine etkileri

Origanum vulgare uçucu yağının en düşük konsantrasyonunda, *Alternaria solani* izolatlarından bazılarının gelişmeye devam ettiği ve 0.5-3.6 mm arasında değişen oranda gelişim gösterdikleri (Şekil 4.3) ve 140 µl/L konsantrasyonda fungal izolatların misel gelişimlerinin kontrol grubundan daha düşük olduğu belirlenmiştir.

A. solani'ye karşı *O. syriacium* uçucu yağının besi ortamdaki misel gelişimine etkisinin görünümü Şekil 4.4'te görülmektedir.



Şekil 4.4. *Origanum vulgare* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* misel gelişimine etkileri

4.3.3. *Origanum syriacium* L. uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout. izolatlarına karşı antifungal etkileri

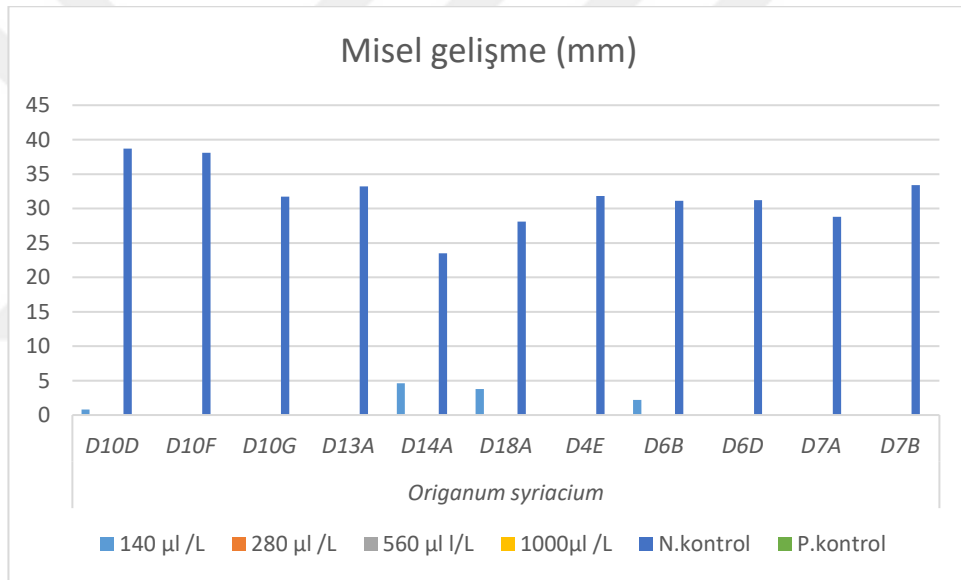
Origanum syriacium L. uçucu yağının *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimlerine etkileri Çizelge 4.5'te verilmiştir. İstatistiksel olarak *O. syriacium* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarının misel gelişimine olan antifungal etkilerinin ($p < 0.05$) önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.5. *Origanum syriacium* uçucu yağının petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

A. solani İzolatları	Uçucu yağ konsantrasyonları								P. Kontrol 1.25g/L	N Kontrol
	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)		
D10D	0.8±0.2a	97.9	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	38.7±1.1
D10F	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	38.1±0.9
D10G	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	31.7±0.8
D13A	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	33.2±0.5
D14A	4.6±0.3a	80	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	23.5±15.7
D18A	3.8±0.6a	86	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	28.1±4.1
D4E	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	31.8±3.0
D6B	2.2±1.5a	92.9	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	31.1±1.0
D6D	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	31.2±2.2
D7A	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	28.8±2.0
D7B	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	100	0.0±0.0b	33.4±0.7

* Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p < 0.05$) birbirinden farklıdır.

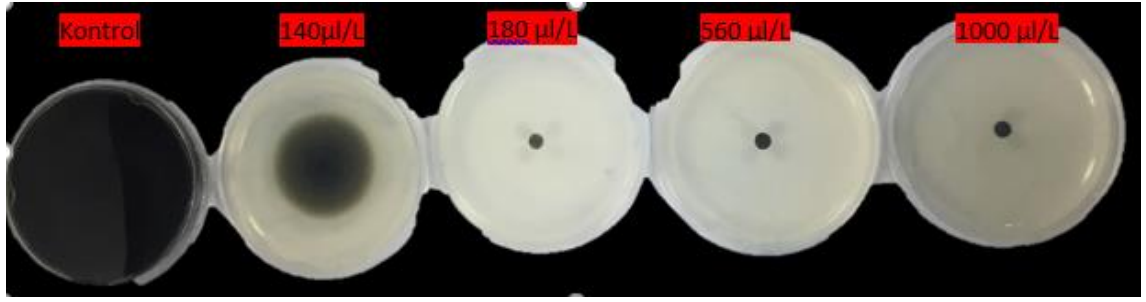
Çizelge 4.5’ te görüldüğü gibi *O. syriacium* uçucu yağ konsantrasyonları (280, 560, 1000 $\mu\text{l/L}$) *A. solani* izolatlarının misel gelişimlerini tamamen durdurduğu, 140 $\mu\text{l/L}$ konsantrasyonunda sadece 4 izolatın gelişim gösterdiği, diğer izolatların ise herhangi bir gelişim göstermedikleri tespit edilmiştir. Kullanılan en düşük konsantrasyonda (140 $\mu\text{l/L}$) dört fungus izolatından sırasıyla D10D 0.8mm, D14A 4.6mm, D18A 3.8mm ve D6B 2.2 mm misel büyümleri ölçülmüştür. Uçucu yağın 140 $\mu\text{l/L}$ dozunda bu dört izolatta D10D, D14A, D18A ve D6B, sırasıyla, % 97.9, %80, %86 ve %92.9 inhibisyon oranları belirlenmiş, diğer dozlarda ise patojenin misel gelişimini pozitif kontrole paralel olarak %100 oranında engellediği belirlenmiştir.



Şekil 4.5. *Origanum syriacium* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* misel gelişimine etkileri

O. syriacium uçucu yağı uygulamalarında 140 $\mu\text{l/L}$ konsantrasyon hariç, diğer tüm konsantrasyonlarda izolatların gelişim göstermedikleri, bu konsantrasyonda da şekil 4.5’te görüldüğü gibi izolatların dört tanesinde (D10D, D14A, D18A, D6B) 0.8-4.6 mm arası gelişim belirlenmiştir.

A. solani’ye karşı *O. syriacium* uçucu yağının besi ortamdaki antifungal etkisinin görünümü Şekil 4.6’da gösterilmiştir.



Şekil 4.6. *Origanum syriacum* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* misel gelişimine etkileri

4.3.4. *Artemisia absinthium* L. uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout. izolatlarına karşı antifungal etkileri

Artemisia absinthium L. uçucu yağının uygulamasının *Alternaria solani* izolatlarının fungal koloni çapı değerleri üzerine antifungal etkileri Çizelge 4.6'da verilmiştir. İstatistiksel olarak *O. syriacum* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı ($p < 0.05$) önemli derecede antifungal etki gösterdiği görülmüştür.

Çizelge 4.6. *Artemisia absinthium* uçucu yağının petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

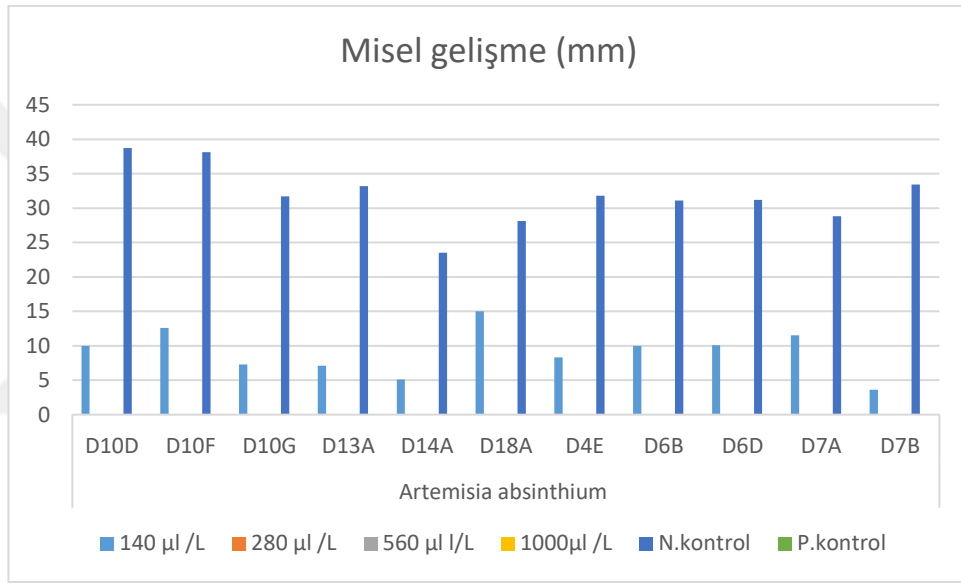
Uçucu yağ konsantrasyonları										
Misel Gelişme (mm)										
<i>A.solani</i> İzolatları	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)	P. Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
D10D	10±0.5a	74	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	38.7±1.1
D10F	12.6±3.0a	66.9	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	38.1±0.9
D10G	7.3±0.4b	76.9	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.7±0.8
D13A	7.1±0.2b	78.6	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	33.2±0.5
D14A	5.1±6.0b	78	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	23.5±1.5
D18A	15±1.1a	46.6	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	28.1±4.1
D4E	8.3±0.08b	73.8	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.8±3.0
D6B	10±1.3a	67.8	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.1±1.0
D6D	10±1.1a	67.9	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.2±2.2
D7A	11.5±1.8a	60	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	28.8±2.0
D7B	3.6±4.8c	89	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	33.4±0.7

* Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p < 0.05$) birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.6'da görüldüğü gibi *A. absinthium* yağının en düşük konsantrasyonu hariç diğer konsantrasyonlarda fungusun misel gelişmesini tamamen durdurmuştur. D7B izolatı en

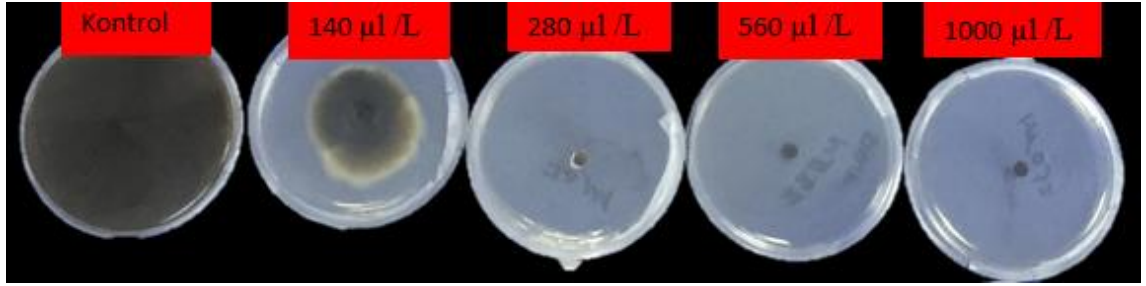
düşük dayanıklılığı gösterirken (3.6mm), D18A izolatı en yüksek dayanıklılığı (15mm) gösteren izolat olduğu belirlenmiştir.

Bu uçucu yağda en düşük inhibisyon oranı %60 olarak kaydedilmiş ve bu oran en düşük dozda (140 µl/L), D7A *A. solani* izolatında tespit edilmiştir. En düşük konsantrasyonda izolatların hepsi misel büyümesi gösterirken, uçucu yağ tarafından oluşturulan inhibisyon oranı %60-89 aralığında değişim göstermiştir.



Şekil 4.7. *Artemisia absinthium* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimlerine etkileri

Şekil 4.7’de görüldüğü gibi, çalışmada kullanılan *A. absinthium* uçucu yağının en düşük dozu olan 140 µl/L’de fungus izolatlarının az gelişme gösterdikleri görülmüştür. Bu konsantrasyonda 3.6-15.1 mm aralığında misel gelişim çap değerleri kaydedilmiştir. Diğer konsantrasyonlarda ise pozitif kontrol ile paralel olarak misel gelişimini %100 engellediği tespit edilmiştir. Fungusun uygulamadan 7 gün sonraki misel gelişiminin görünümü Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. *Artemisia absinthium* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani*'nin misel gelişimine etkisi

4.3.5. *Artemisia spicigera* C.Koch uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri

Artemisia spicigera uçucu yağının *Alternaria solani* patojeni izolatlarının misel gelişimleri üzerine antifungal etkileri Çizelge 4.7'de verilmiştir. İstatistiksel olarak *A. spicigera* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı antifungal etkilerinin ($p < 0.05$) önemli olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.7. *Artemisia spicigera* uçucu yağının petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

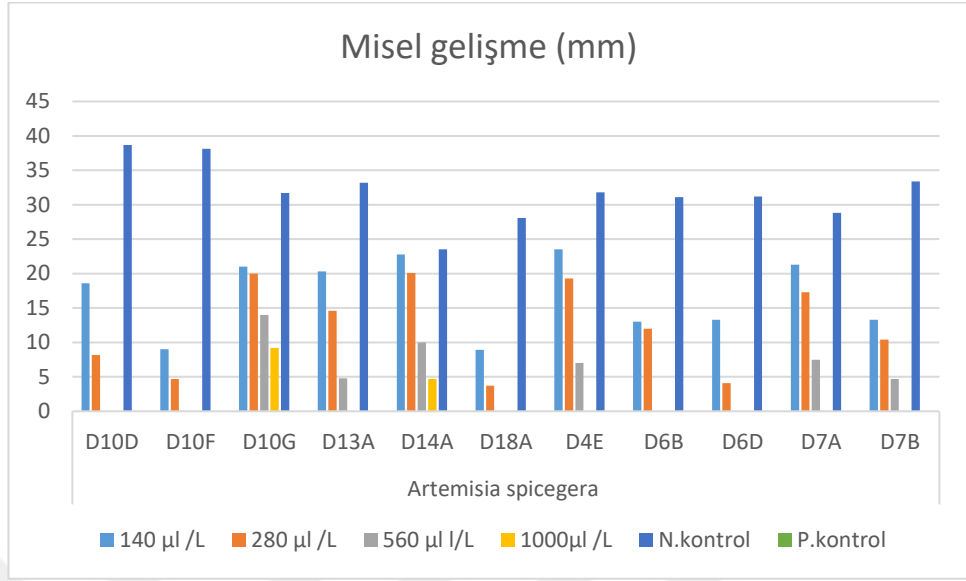
A. solani İzolatları	Uçucu yağ konsantrasyonları								P. Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)		
D10D	18.6±1.6b	51.7	8.2±3.3d	78.8	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	38.7±1.1
D10F	9.0±1.3d	76	4.7±1.0e	87.6	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	38.1±0.9
D10G	21±3.9a	33.7	20±3.5a	36.9	14±0.2c	55.8	9.2±0.6d	70.9	0.0±0.0f	31.7±0.8
D13A	20.3±1.8a	38.8	14.6±2.4c	56	4.8±0.2e	85.5	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	33.2±0.5
D14A	22.8±0.8a	2.97	20.1±2.9a	14	10±0.8c	57	4.7±0.2e	80	0.0±0.0f	23.5±15.7
D18A	8.9±3.3d	68	3.7±0.4d	86.6	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	28.1±4.1
D4E	23.5±0.3a	23.8	19.3±0.6b	39	7.0±0.4d	77.9	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	31.8±3.0
D6B	13±1.3c	58	12±0.0c	61	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	31.1±1.0
D6D	13.3±1.2c	57	4.1±0.8e	86.8	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	31.2±2.2
D7A	21.3±0.4a	26	17.3±4.2b	39.9	7.5±0.4d	73.9	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	28.8±2.0
D7B	13.3±0.05c	60	10.4±1.0a	68.8	4.7±0.2e	85.9	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	33.4±0.7

*Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p < 0.05$) birbirinden farklıdır.

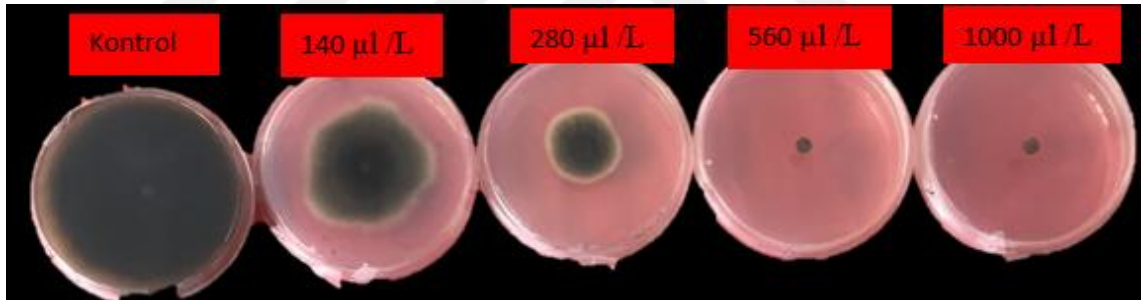
Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi bu bitkiden elde edilen uçucu yağların antifungal etkisinin konsantrasyon artışı ile birlikte arttığı ve ancak fungus izolatları arasında gelişimde de farklılıkların olduğu gözlenmiştir.

Bu uçucu yağın tüm uygulanan konsantrasyonlarında, fungus izolatlarında misel gelişimi gözlemlenmiştir. En düşük konsantrasyonda (140 µl/L) %2.97-76 inhibasyon oranı iken, 280 µl /L konsantrasyonda ise %14-86.8 oranında büyüme inhibasyon oranları kaydedilmiştir. Aynı zamanda 560 µl/L konsantrasyonunda %55.8-100 değişen engelleme oranı görünürken, en yüksek dozda (1000 µl/L) iki izolat dışında diğer izolatların misel gelişimleri %100 engellenmiştir.

A. spicigera uçucu yağı, kullanılan pozitif kontrol ile kıyaslandığında etkisinin biraz daha düşük olduğu ve en yüksek konsantrasyonda (1000 µl/L) bazı fungus izolatların gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir. Tüm uygulanan konsantrasyonlarda (140, 280, 560, 1000 µl/L) *A. solani* fungusunun izolatları farklı misel gelişimleri göstermişlerdir (Şekil 4.9). Uçucu yağın konsantrasyonundaki artışa bağlı olarak fungusun misel gelişiminin azaldığı gözlemlenmiştir. En yüksek konsantrasyonda (1000 µl/L) sadece iki izolat az misel büyümesi göstermiştir. 140 ve 280 µl/L konsantrasyonlarda ise Şekil 4.9’da görüldüğü gibi birbirlerine yakın misel gelişimleri belirlenmiştir. Fungus misellerinin uygulamadan sonra petrideki antifungal etkilerinin görüntüsü Şekil 4.10’da verilmiştir.



Şekil 4.9. *Artemisia spicigera* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimlerine etkileri



Şekil 4.10. *Artemisia spicigera* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani*'nin misel gelişimine etkileri

4.3.6 *Artemisia santonicum* L. uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri

Artemisia santonicum uçucu yağının *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimleri üzerine antifungal etkileri Çizelge 4.8'de verilmiştir. İstatistiksel olarak *A. santonicum* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı göstermiş olduğu antifungal aktivitelerinin ($p < 0.05$) önemli olduğu tespit edilmiştir.

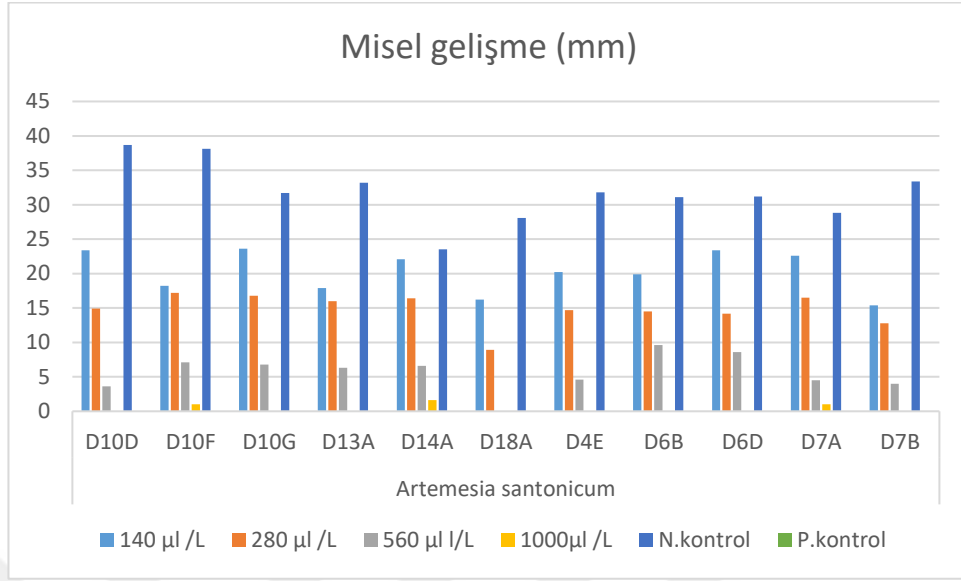
Çizelge 4.8. *Artemisia santonicum* uçucu yağının Petri Denemelerinde *Alternaria solani* İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

Uçucu yağ konsantrasyonları Misel gelişimi (mm)										
<i>A. solani</i> İzolatları	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)	P.Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
D10D	23.4±1.1a	39.5	14.9±0.1c	25.8	3.6±0.0e	90.6	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	38.7±1.1
D10F	18.2±0.4b	52	17.2±0.8b	54	7.1±0.8d	81	1.0±0.8e	97	0.0±0.0f	38.1±0.9
D10G	23.6±0.6a	25.5	16.8±1.2b	47	6.8±0.8d	78.5	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	31.7±0.8
D13A	17.9±0.4b	46	16±0.8b	51	6.3±0.6d	81	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	33.2±0.5
D14A	22.1±0.6a	5.9	16.4±1.1b	30	6.6±0.4d	71.9	1.6±0.4e	93	0.0±0.0f	23.5±15.
D18A	16.2±2.8b	42	8.9±2.3d	68	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	28.1±4.1
D4E	20.2±2.3a	36	14.7±2.4c	53.7	4.6±0.2e	85.5	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	31.8±3.0
D6B	19.9±0.1b	36	14.5±0.3c	53	9.6±0.4d	69	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	31.1±1.0
D6D	23.4±1.3a	25	14.2±0.8c	54	8.6±1.0d	72	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	31.2±2.2
D7A	22.6±1.7a	21.5	16.5±0.8b	42.7	4.5±0.4e	84	1.0±0.1e	96.5	0.0±0.0f	28.8±2.0
D7B	15.4±0.7b	53.8	12.8±2.2c	61.6	4.0±0.1e	88	0.0±0.0f	100	0.0±0.0f	33.4±0.7

*Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.

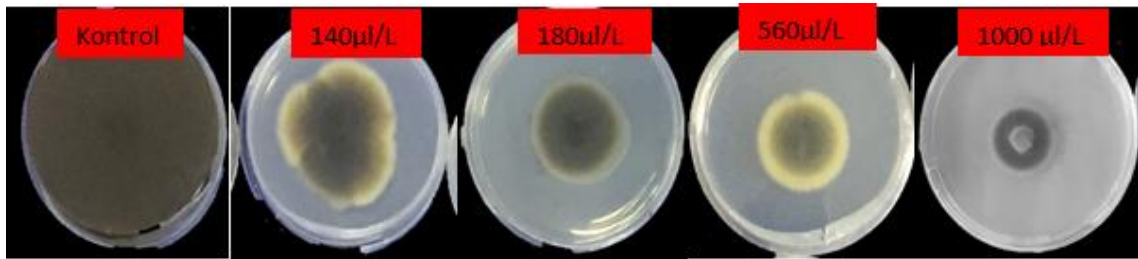
Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi *A. Santonicum*’dan elde edilen uçucu yağın antifungal aktivitesinin konsantrasyonlardaki artışa paralel olarak artış gösterdiği ve diğer uçucu yağlara göre etkisinin düşük olduğu izlenmiştir. Bu uçucu yağ uygulamasının en yüksek dozunda (1000 µl/L) bile üç izolatın (D10F, D14A, D7A) azda olsa gelişim gösterdikleri tespit edilmiştir.

Artemisia santonicum uçucu yağında, tüm uygulanan konsantrasyonlarda fungal izolatların farklı dirençler gösterdikleri izlenmiştir. 140 µl/L konsantrasyonunda, D14A izolatında en düşük engelleme oranı (%5.9) gözlemlenmiştir. Bu dozunda yağın neden olduğu inhibisyon oranlar %5.9-53.8 aralığında olduğu görülmüştür. İkinci en küçük dozun ise (280 µl/L) %25.8-68 aralığında olan engellemere sebep olduğu belirlenmiştir. En yüksek iki konsantrasyonda ise sırasıyla, 560 µl/L’de %69-100 ve 1000 µl/L’de %93-100 aralıklarda fungal misel büyüme inhibisyon oranları tespit edilmiştir.



Şekil 4.11. *Artemesia santonicum* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimlerine etkileri

Pozitif kontrol olarak kullanılmış kaptan ticari fungusiti ile karşılaştığında bu yağın etkisinin düşük dozlarda az olurken, konsantrasyonlar artıkça fungusun misel gelişiminin azaldığı ve 1000 µl/L’de üç izolatta yağın etkinliği (D10F, D14A, D7A) %100 inhibisyona yaklaştığı belirlenmiş olup, Şekil 4.11’de gösterilmektedir. *A. santonicum* uçucu yağının *Alternaria solani* fungusuna olan antifungal etkisinin besi yerindeki görünümü Şekil 4.12’de verilmiştir.



Şekil 4.12. *Artemesia santonicum* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani*’nin misel gelişimine etkileri

4.3.7. *Satureja hortensis* L. uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri

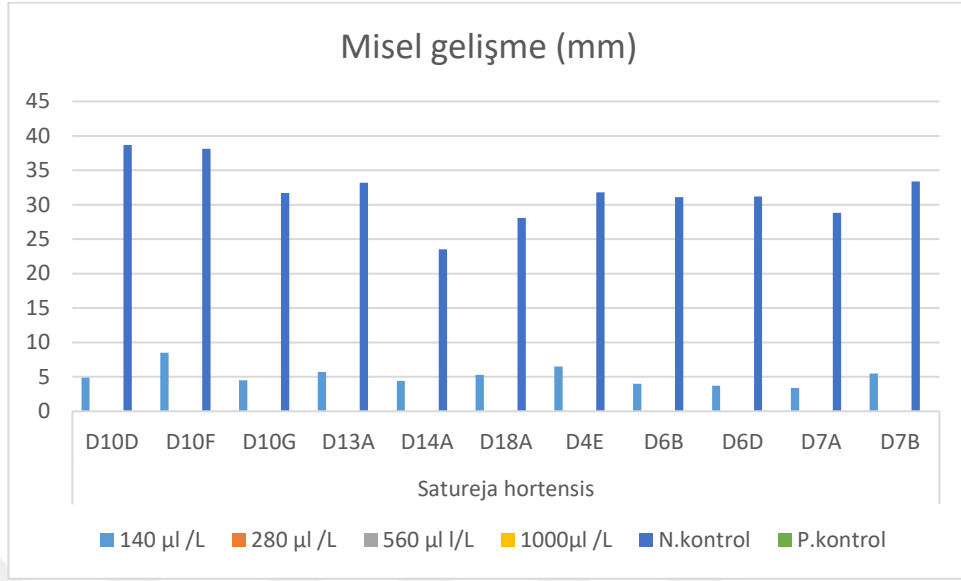
Satureja hortensis uçucu yağının *Alternaria solani* izolatlarına karşı olan antifungal etkilerinde fungusların misel koloni çap değerleri (mm) Çizelge 4.9’da verilmiştir. İstatistiksel olarak *S. hortensis* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı göstermiş olduğu antifungal etkinin ($p < 0.05$) önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.9. *Satureja hortensis* uçucu yağının Petri Denemelerinde *Alternaria solani* İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

<i>A. solani</i> İzolatları	Misel gelişimi (mm)				Uçucu yağ konsantrasyonları					
	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)	P.Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
D10D	4.9±0.5a	87	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	38.7±1.1
D10F	8.5±1.1a	77.6	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	38.1±0.9
D10G	4.5±0.4b	85.8	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.7±0.8
D13A	5.7±0.1a	82.8	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	33.2±0.5a
D14A	4.4±0.1b	81	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	23.5±15.7
D18A	5.3±0.5a	81	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	28.1±4.1
D4E	6.5±0.6a	79.5	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.8±3.0
D6B	4.0±0.9b	87	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.1±1.0
D6D	3.7±0.1b	88	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	31.2±2.2
D7A	3.4±0.4b	88	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	28.8±2.0
D7B	5.5±1.4a	83.5	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	100	0.0±0.0c	33.4±0.7

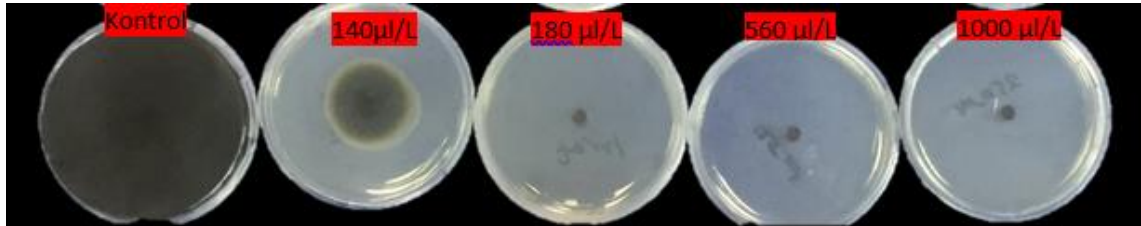
*Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p < 0.05$) birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.9’da görüldüğü gibi *Satureja hortensis* uçucu yağı *Alternaria solani* izotlarına karşı yüksek antifungal etki göstermiştir. Uçucu yağın tüm konsantrasyonlarının fungusun gelişimini engellediği, fakat 140 µl/L konsantrasyonunda 3.4-8.5 mm aralığında misel büyümesi tespit edilmiştir.



Şekil 4.13. *Satureja hortensis* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimlerine etkileri

Bu uçucu yağda, 140 µl/L dozu hariç, diğer dozlarda pozitif kontroldeki gibi fungusun gelişmesi %100 engellemiştir. Yağın en küçük dozda (140 µl/L) %77.6-88 inhibisyon oranları tespit edilmiştir. Şekil 4.13'te gösterildiği gibi 140 µl/L konsantrasyonda *A. solani* izolatların tümü belirli bir büyüme göstermişlerdir. Bu durum görüntüsü besi yeri ortamında Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. *Satureja hortensis* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani*'nin misel gelişimine etkileri

4.3.8. *Thymbra spicata* uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri

Thymbra spicata uçucu yağının *Alternaria solani* izolatlarının fungal koloni çapı değerleri üzerine antifungal etkileri Çizelge 4.10’da verilmiştir. İstatistiksel olarak *T. spicata* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı antifungal aktivitelerinin ($p<0.05$) önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.10. *Thymbra spicata* uçucu yağının Petri Denemelerinde *Alternaria solani* İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

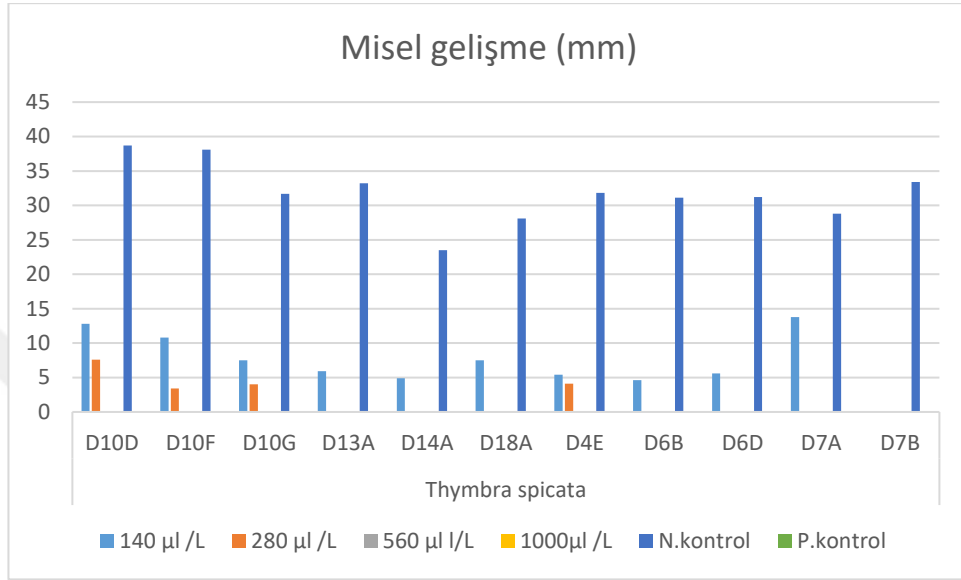
A. solani İzolatları	Uçucu yağ konsantrasyonları									
	140 μ /L	Engelleme oranı (%)	280 μ /L	Engelleme oranı (%)	560 μ /L	Engelleme oranı (%)	1000 μ /L	Engelleme oranı (%)	P. Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
D10D	12.8±2.1a	66.9	7.6±5.1b	80	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	38.7±1.1
D10F	12.8±2.4a	66	7.6±0.9b	80	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	38.1±0.9
D10G	10.8±0.3a	65.9	3.4±0.3c	89	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.7±0.8
D13A	7.5±0.6b	77	4.0±0.5c	87.9	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	33.2±0.5
D14A	5.9±1.2b	74.8	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	23.5±15.7
D18A	4.9±1.1c	82.5	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	28.1±4.1
D4E	7.5±1.0b	76	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.8±3.0
D6B	5.4±0.9a	82.6	4.1±0.6c	86.8	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.1±1.0
D6D	4.6±1.1c	85	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	31.2±2.2
D7A	5.6±0.2b	80.5	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	28.8±2.0
D7B	13.8±1.4a	58.6	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	100	0.0±0.0d	33.4±0.7

*Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p<0.05$) birbirinden farklıdır.

Çizelge 4.10’da görüldüğü gibi *Thymbra spicata* uçucu yağının, fungusun misel gelişimi üzerinde iyi bir antifungal potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu yağın farklı konsantrasyonlarında 140 ve 280 μ /L’de *A. solani* izotlarının belirli oranlarda büyüme gösterdikleri halde, 560 ve 1000 μ /L’deki konsantrasyonlarında ise izolatların gelişmelerini tamamen engelledikleri görülmüştür.

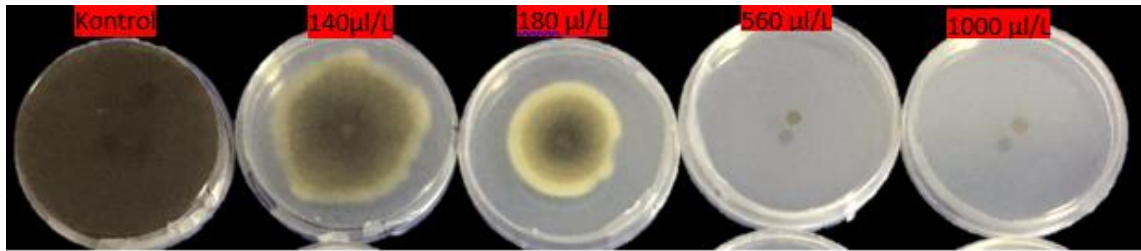
Uygulanan düşük dozlarda (140 ve 280 μ /L), fungus izolatlarında misel gelişmesi görülmüştür. 140 μ /L dozunda %58.6-85 aralığında olan uçucu yağın neden olduğu engelleme oranları, 280 μ /L dozunda ise %80-100 aralığında değişen engellemeler görülmüştür. Yüksek olan dozlarında ise (560 ve 1000 μ /L) fungus izolatlarının misel

gelişmelerin %100 oranında inhibe edildiği tespit edilmiştir. Bu uygulamada 560 ve 1000 μL konsantrasyonları ticari olarak bu hastalığın kontrolünde kullanılan pozitif kontrol ile paralel sonuç vermiştir.



Şekil 4.15. *Thymbra spicata* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişmelerine etkileri

140 ve 280 μL konsantrasyonlarda Şekil 4.15'te verildiği gibi bazı fungus izolatlarının geliştiği görülmektedir. En düşük konsantrasyonda ölçülmüş misel çap değerleri 4.6-13.8 mm aralığında olduğu ve kontrolden daha küçük olduğu gözlemlenmiştir. *Thymbra spicata* uçucu yağının *A. solani*'ye karşı gösterdiği antifungal etkilerinin besiyeri ortamındaki görünümü Şekil 4.16'da verilmiştir.



Şekil 4.16. *Thymbra spicata* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani*'nin misel gelişimine etkileri

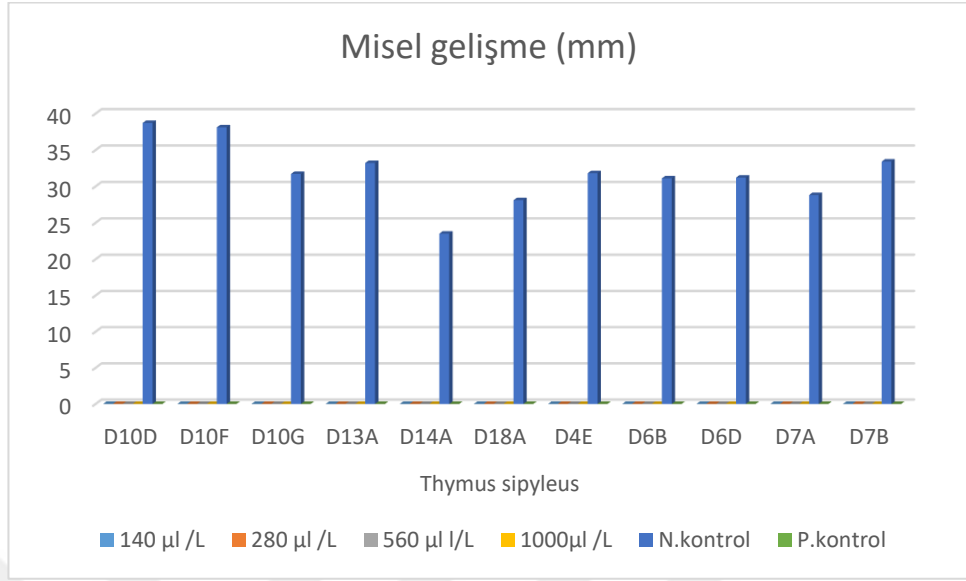
4.3.9. *Thymus sipyleus* Boiss. uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri

Thymus sipyleus uçucu yağın *Alternaria solani* izolatlarının fungal koloni çapı değerleri üzerine antifungal etkileri Çizelge 4.11’de verilmiştir. İstatistiksel olarak *T. sipyleus* uçucu yağın fungusun tüm izolatlarına karşı antifungal aktivitelerinin ($p < 0.05$) önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.11. *Thymus sipyleus* uçucu yağının Petri Denemelerinde *Alternaria solani* İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

<i>A. solani</i> İzolatları	Misel gelişimi (mm)				Uçucu yağ konsantrasyonları				P.Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)		
D10D	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	38.7±1.1
D10F	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	38.1±0.9
D10G	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.7±0.8
D13A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	33.2±0.5
D14A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	23.5±15.7
D18A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	28.1±4.1
D4E	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.8±3.0
D6B	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.1±1.0
D6D	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.2±2.2
D7A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	28.8±2.0
D7B	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	33.4±0.7

Çizelge 4.11’de görüldüğü gibi *Thymus sipyleus* uçucu yağın *Alternaria solani* misel gelişimi üzerinde çok iyi antifungal potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. *Thymus sipyleus* uçucu yağın tüm konsantrasyonlarında (140, 280, 500, 1000 µl/L) fungusun misel gelişimi tamamen engellendiği görülmüştür.



Şekil 4.17. *Thymus sipyleus* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişimlerine etkileri

Şekil 4.17'de gösterildiği gibi *Thymus sipyleus* uçucu yağının tüm konsantrasyonları ticari olan pozitif kontrolü gibi fungusun gelişimi tamamen durdurmuşlardır.

Thymus sipyleus uçucu yağının *A. solani* patojeninin izolatlarına karşı gösterdiği antifungal aktivitelerinin besiyeri ortamındaki görünümü Şekil 4. 18'de verilmiştir.



Şekil 4.18. *Thymus sipyleus* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani*'nin misel gelişimine etkileri

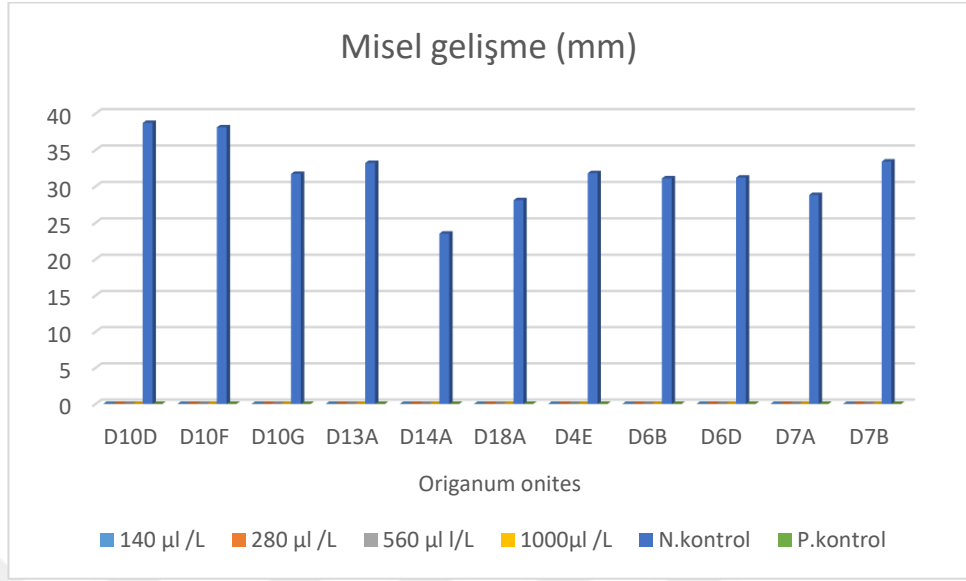
4.3.10. *Origanum onites* L. uçucu yağının *Alternaria solani* (Ell. & Mart.) Jones and Grout izolatlarına karşı antifungal etkileri

Origanum onites uçucu yağının *Alternaria solani* izolatlarının fungal koloni çapı değerleri üzerine antifungal etkileri Çizelge 4.12’de verilmiştir. İstatistiksel olarak *O. onites* uçucu yağının fungusun tüm izolatlarına karşı antifungal aktivitelerinin ($p < 0.05$) önemli olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.12. *Origanum onites* uçucu yağının Petri Denemelerinde *Alternaria solani* İzolatlarına karşı antifungal aktiviteleri

<i>A. solani</i> İzolatları	Misel gelişimi (mm)				Uçucu yağ konsantrasyonları				P.Kontrol 1.25g/L	N. Kontrol
	140 µl/L	Engelleme oranı (%)	280 µl/L	Engelleme oranı (%)	560 µl/L	Engelleme oranı (%)	1000 µl/L	Engelleme oranı (%)		
D10D	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	38.7±1.1
D10F	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	38.1±0.9
D10G	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.7±0.8
D13A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	33.2±0.5
D14A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	23.5±15.7
D18A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	28.1±4.1
D4E	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.8±3.0
D6B	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.1±1.0
D6D	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	31.2±2.2
D7A	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	28.8±2.0
D7B	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	100	0.0±0.0a	33.4±0.7

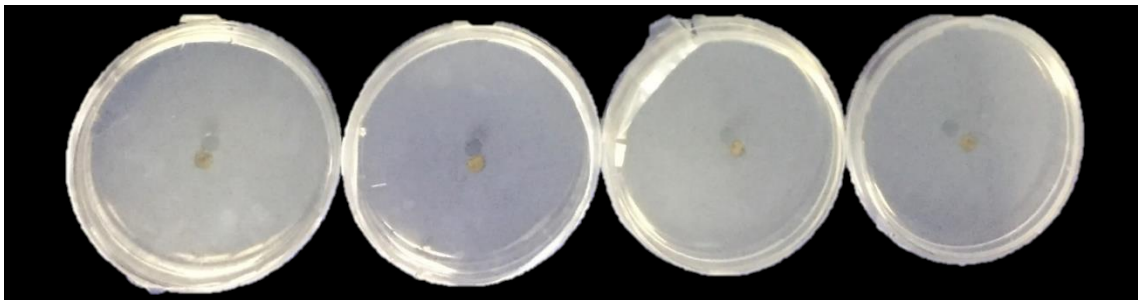
Çizelge 4.12’de görüldüğü gibi *Origanum onites* uçucu yağının *Alternaria solani* misel gelişimi üzerinde çok iyi antifungal potansiyele sahip olduğu tespit edilmiştir. *O. onites* uçucu yağın tüm konsantrasyonlarında (140, 280, 500, 1000 µl/L) fungusun misel gelişimi tamamen engellendiği görülmüştür.



Şekil 4.19. *Origanum onites* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani* izolatlarının misel gelişmelerine etkileri

Şekil 4.19'da gösterildiği gibi *Origanum onites* uçucu yağının tüm konsantrasyonları ticari olan pozitif kontrole benzer sonuç verdiği tespit edilmiştir.

Origanum onites uçucu yağının *A. solani* patojeninin izolatlarına karşı gösterdiği antifungal aktivitelerinin besiyeri ortamındaki görünümü Şekil 4. 20'de verilmiştir.



Şekil 4.20. *Origanum onites* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının Petri denemelerinde *Alternaria solani*'nin misel gelişimine etkileri

4.4. *In vivo* Deneme Sonuçları

Uçucu yağların doğal ortamda fungusun gelişimi üzerine etkileri ve hastalık meyveye ulaştığında uçucu yağın antifungal potansiyeline bakmak amacıyla petri denemesinde kullanılmış tüm uçucu yağlar domates meyvesi üzerinde de *in vivo* denemesi olarak uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan *A. solani* izotlarının besi ortamında en hızlı gelişme gösteren izolatu seçilerek *in vivo* denemeye dahil edilmiştir. Uygulamada kullanılan uçucu yağ dozları ön deneme'den alınan sonuçlara göre karar verilmiştir.

4.4.1. Uçucu yağların *in vivo*'da antifungal etkileri

Uçucu yağın hastalık inokule edilmiş domates meyve üzerindeki etkilerinin istatistiksel olarak ($p < 0.05$) önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.9). Muamele edilen domates meyvelerinde oluşan hastalık kolonisinin, muamele edilmeyen meyvelerden çok daha büyük olduğu, uçucu yağın misel gelişimi etkisinin konsantrasyon miktarına bağlı olduğu bulunmuştur.

Çizelge 4.13. Uçucu yağların domates meyveleri üzerinde antifungal etkileri

Uçucu yağlar	2.5 µl/meyve	EO (%)	5 µl/meyve	EO (%)	10 µl/meyve	EO (%)	20 µl/meyve	EO (%)	P. Kontrol 1.25g/L	EO (%)	N. Kontrol
<i>A. santonicum</i>	32.3±0.7a	0.6	26.3±0.8b	19	15.0±0.5d	53.8	9.3±0.05 e	71	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>A. absinthium</i>	11.6±0.2e	64	0.0±0.0g	100	0.0±0.0 g	100	0.0±0.0 g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>A. spicigera</i>	28.3±0.1b	12.9	22.5±0.2c	30.7	15±0.0d	53.8	10.0±0.0 e	69	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>O. majorana</i>	5.0±0.0 f	84.6	0.0±0.0g	100	0.0±0.0 g	100	0.0±0.0 g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>O. onites</i>	24±1.2b	26	10.6±0.6e	67	0.0±0.0g	100	0.0±0.0g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>O. syriacium</i>	23.3±2.0c	28	15.0±0.0d	53.8	5.0±0.0 f	84.6	0.0±0.0 g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>O. vulgare</i>	16.6±1.5d	48.9	13.3±1.2e	59	0.0±0.0 g	100	0.0±0.0 g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>S. hortensis</i>	15.8±0.5d	51	12.5±1.1e	61	6.6±0.5 f	79.6	0.0±0.0 g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>T. spicata</i>	21.6±0.7b	33.5	17.3±0.0d	46.7	10±0.5 e	69	0.0±0.0 g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5
<i>T. sipyleus</i>	21.8±0.0b	32.9	19.6 ±0.0c	39.6	0.0±0.0 g	100	0.0±0.0 g	100	8.0±0.0e	75	32.5±0.5

*Aynı sütunda olan ve farklı harfler içeren ortalamalar istatistiksel olarak ($p < 0.05$) birbirinden farklıdır. (EO: Engelleme oranı)

Çizelge 4.11'de görüldüğü gibi uçucu yağlar uygulanmış domates meyvelerinde *A. solani*'nin oluşturduğu lezyonların misel gelişim çap değeri muamele edilmemiş

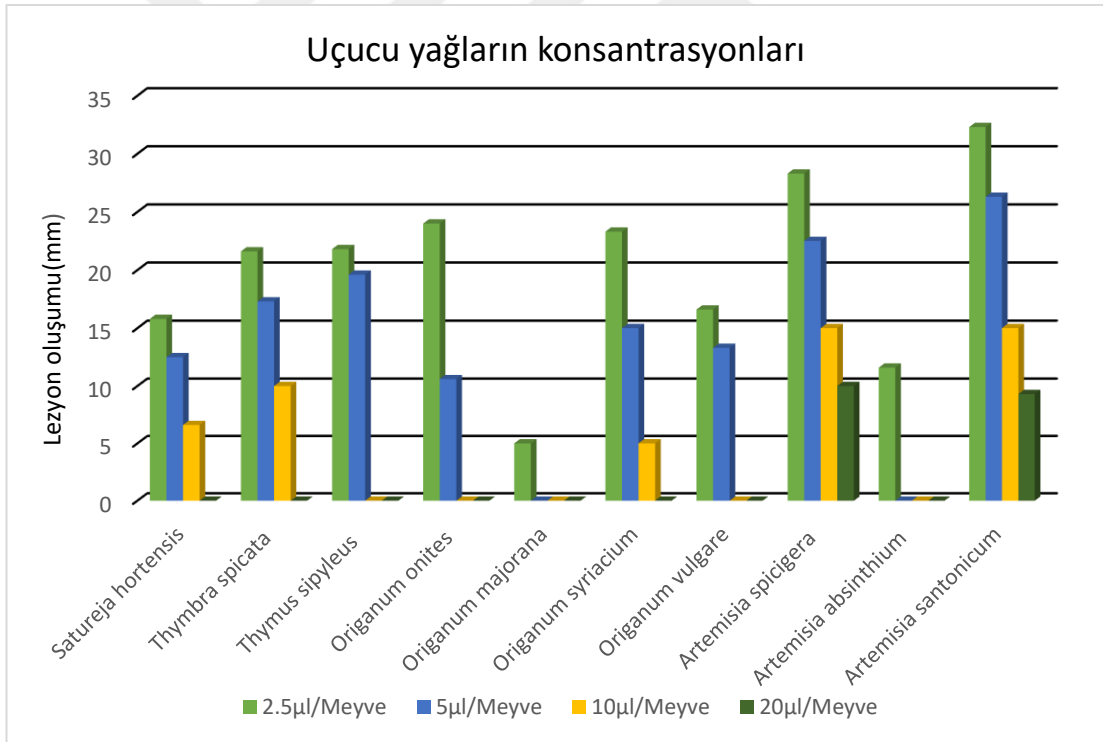
meyvelerle kıyaslandığında uçucu yağların hastalığın gelişimini engelleyici etkilerinin çok bariz olarak ortaya çıktığı gözlemlenmiştir.

A. santonicum uçucu yağının farklı konsantrasyonları 2.5, 5, 10 ve 20 µl/meyve *A. solani*'nin gelişmesini *in vivo*'da sırasıyla %0.6, 19.0, 53.8 ve %71.0 oranında engellediği tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan diğer *Artemisia* türlerine bakıldığında *A. absinthium*'un en düşük dozunda (2.5 µl/meyve) fungusun domates meyvesi üzerinde gelişmesini %64.0 oranında engellediği kaydedilmiştir. Aynı bitki uçucu yağının 5, 10 ve 20 µl/meyve dozlarında fungusun gelişmesini %100 engelledikleri gözlemlenmiştir. *A. spicigera* uçucu yağı ise 2.5, 5, 10 and 20 µl/meyve dozlarındaki uygulamalar sonunda sırasıyla %12.9, 30.7, 53.8 ve 69.0 oranlarında koloni gelişimlerini engelledikleri görülmüştür.

O. onites, *O. syriacium* ve *O. vulgare* uçucu yağları uygulanmış domates meyvelerinde fungusun misel gelişmesi sadece 2.5 ve 5 µl/meyve dozlarında görülmüştür. Bu iki dozda sırasıyla *O. Onites*'de %26.0 ve 67.0, *O. syriacium*'da %28.0 ve %53.8, *O. vulgare*'de %48.9 ve %59.0 engelleme oranları kaydedilmiştir. Diğer dozlarda ise (10 ve 20 µl/meyve) domates meyvelerde hastalığın gelişimi %100 engellenmiştir. *O. majorana* uçucu yağı ile muamele edilmiş domates meyvelerinde 2.5, 5, 10 ve 20 µl/meyve konsantrasyonlarının sırasıyla %84, %100, %100 ve %100 oranlarında etki gösterdikleri saptanmıştır.

Satureja hortensis ve *Thymbra spicata* uçucu yağları ile uygulama yapılmış domates meyvelerinde 2.5, 5 ve 10 µl/meyve dozlarında sırasıyla, %51.0, %61.0, %79.6 ve %33.5, %46.7, %69.0 inhibasyon oranları tespit edilmiştir. 20 µl/meyve dozunda ise hastalığın gelişmesini %100 engellendiği gözlenmiştir. *Thymus sipyleus*'dan elde edilen uçucu yağlar 2.5 ve 5 µl/meyve dozlarında, sırasıyla %32.9 ve %39.6 oranında hastalığın gelişmesini engellediği, 10 ve 20 µl/meyve dozlarında ise patojenin gelişimini tamamen (%100) durduğu görülmüştür.

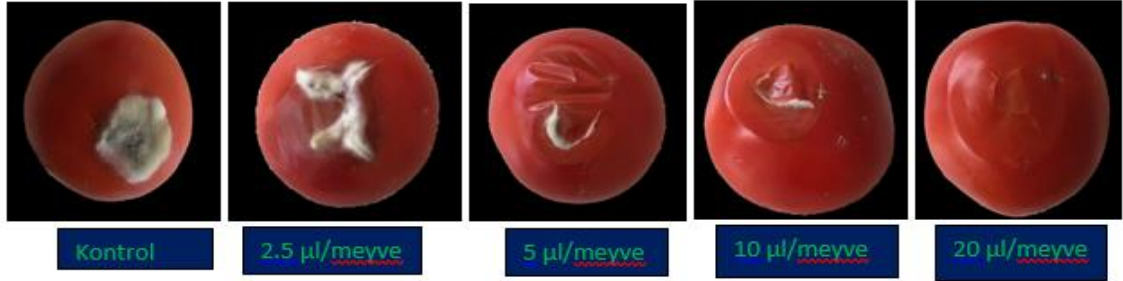
Şekil 4.6’da görüldüğü gibi uçucu yağların antifungal etkisi konsantrasyona bağlı olarak artış göstermektedir. 2.5 µl/meyve konsantrasyonunda fungusun oluşturduğu hastalık lezyonu izlenmiştir. Bu dozda fungusun en büyük misel gelişim çapı olurken (32.5mm) *A. santonicum* uçucu yağı ile uygulanmış meyvelerde kaydedilmiştir. 2,5 µl/meyve’lik dozdaki en küçük misel gelişim çapı (5mm) *O. majorana* uçucu yağ uygulanmasında tespit edilirken; *O. majorana* ve *A. absinthium* uçucu yağlarının 5 µl/meyve dozunda fungusun koloni gelişiminin engellendiği görülmüştür. Diğer uçucu yağların 5 µl/meyve dozunda meyveler üzerinde hastalık lezyonlarının gelişim gösterdikleri, lezyonların çaplarının 10.6-26.3 mm aralığında olduğu tespit edilmiştir. Diğer uçucu yağların 5 µl/meyve dozunda meyveler üzerinde hastalık lezyonlarının gelişim gösterdikleri, lezyonların çaplarının 10.6-26.3 mm aralığında olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Uçucu yağlarının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

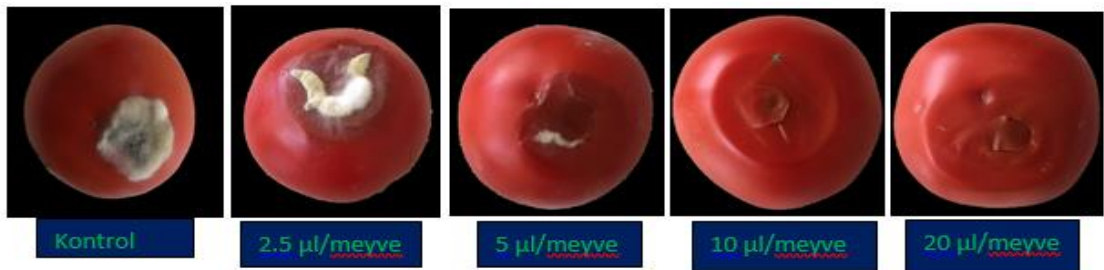
Değişik bitki uçucu yağlarının dört farklı konsantrasyonda *in vivo* uygulamalarında *Alternaria solani*'nin domates meyvesi üzerindeki lezyon gelişimine etkileri Şekil 4.20-29'da gösterilmektedir.

Şekil 4.22 bakıldığında *Satureja hortensis* uçucu yağın meyvede uygulandığında, 2.5, 5 ve 10 µl/meyve konsantrasyonlarda *A. solani*'nin oluşturduğu lezyonları kontrol'e göre küçük olduğu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak lezyonun çapı azaldığı görülmüştür. 20 µl/meyve konsantrasyonda ise fungusun lezyon oluşturması tamamen engellenmiştir.



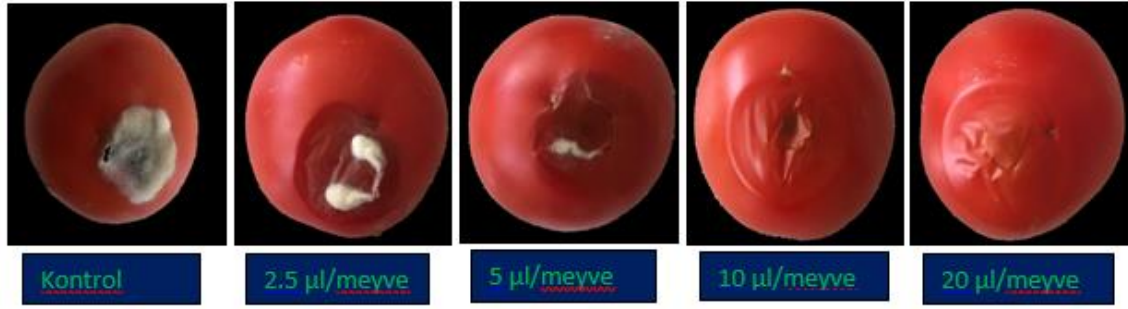
Şekil 4.22. *Satureja hortensis* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Şekil 4.23 bakıldığında *Origanum onites* uçucu yağın meyvede uygulandığında, 2.5 ve 5 µl/meyve konsantrasyonlarda *A. solani*'nin oluşturduğu lezyonları kontrol'e göre daha küçük olduğu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak lezyonun çapı azaldığı görülmüştür. 10 ve 20 µl/meyve konsantrasyonlarda ise fungusun lezyon oluşturması tamamen engellenmiştir.



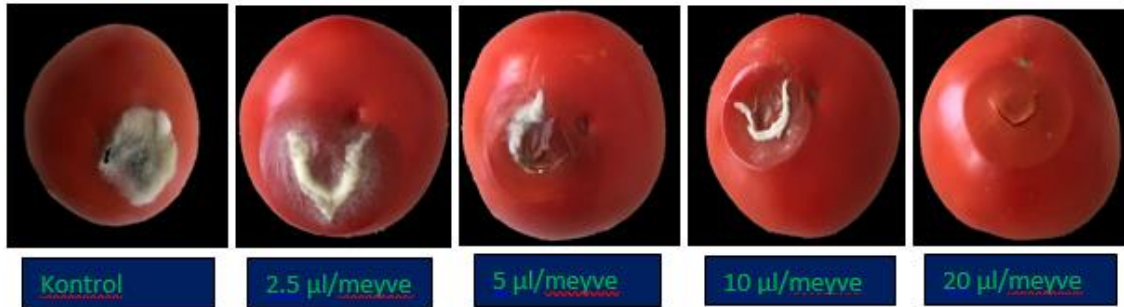
Şekil 4.23. *Origanum onites* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Şekil 4.24 bakıldığında *Origanum vulgare* uçucu yağın meyvede uygulandığında, 2.5 ve 5 µl/meyve konsantrasyonlarda *A. solani*'nin oluşturduğu lezyonları kontrol'e göre daha küçük olduğu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak lezyonun çapı azaldığı görülmüştür. 10 ve 20 µl/meyve konsantrasyonlarda ise fungusun lezyon oluşturması tamamen engellenmiştir.



Şekil 4.24. *Origanum vulgare* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Thybra spicata uçucu yağın meyvede uygulandığında, 2.5, 5 ve 10 µl/meyve konsantrasyonlarda *A. solani*'nin oluşturduğu lezyonları kontrol'e göre küçük olduğu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak lezyonun çapı azaldığı görülmüştür. 20 µl/meyve konsantrasyonda ise fungusun lezyon oluşturması tamamen engellenmiştir (Şekil 4.25).



Şekil 4.25. *Thybra spicata* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

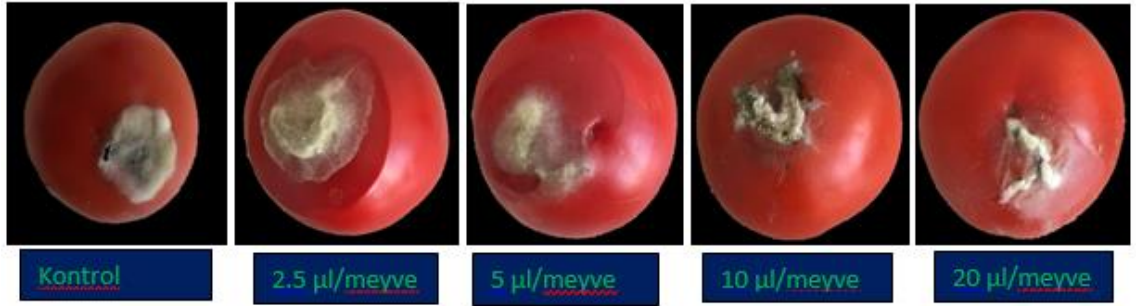
Origanum syriacium uçucu yağın meyvede uygulandığında, 2.5, 5 ve 10 µl/meyve konsantrasyonlarda *A. solani*'nin oluşturduğu lezyonları kontrol'e göre küçük olduğu ve

konsantrasyon artışına bağlı olarak lezyonun çapı azaldığı görülmüştür. 20 µl/meyve konsantrasyonda ise fungusun lezyon oluşturması tamamen engellenmiştir (Şekil 4.26).



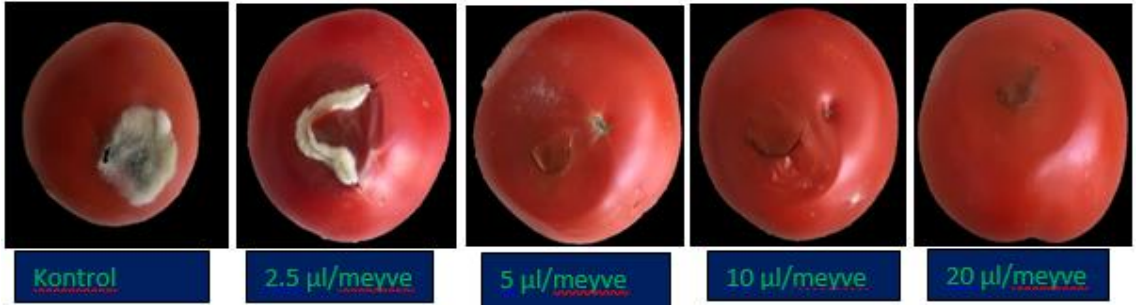
Şekil 4.26. *Origanum syriacium* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Artemisia santonicum uçucu yağı ile uygulama yapıldığında bu yağın etkisi düşük olduğu ve en yüksek konsantrasyonda bile (20 µl/meyve) fungus lezyonu oluşturduğu görülmüştür (Şekil 4.27).



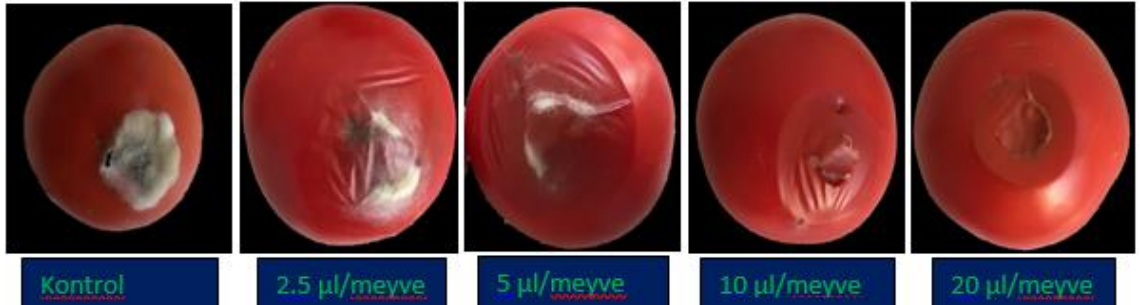
Şekil 4.27. *Artemisia santonicum* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Şekil 4.28 bakıldığında, *Artemisia absinthium* uçucu yağın 5, 10 ve 20 µl/meyve konsantrasyonlarda fungusun lezyon oluşturması tamamen engellendiği ve yağın en düşük konsantrasyonunda (2.5 µl/meyve) kontrolden daha küçük lezyonu görülmüştür.



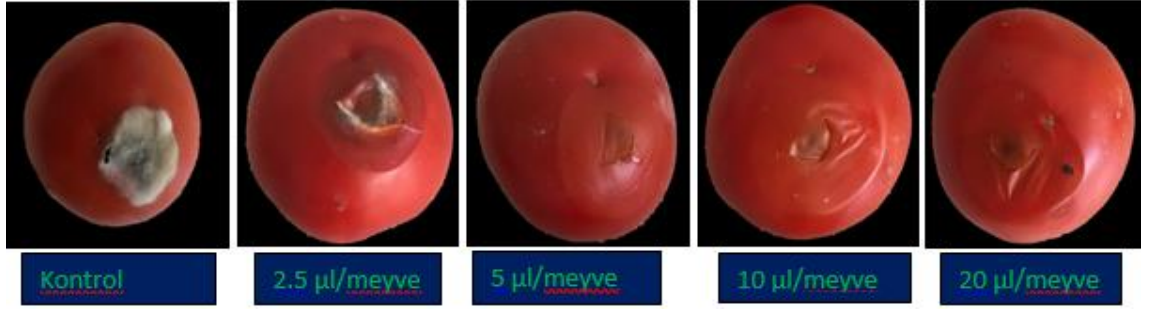
Şekil 4.28. *Artemisia absinthium* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Şekil 4.29 bakıldığında *Thymus sipyleus* uçucu yağın meyvede uygulandığında, 2.5 ve 5 µl/meyve konsantrasyonlarda *A. solani*'nin oluşturduğu lezyonları kontrol'e göre daha küçük olduğu ve konsantrasyon artışına bağlı olarak lezyonun çapı azaldığı görülmüştür. 10 ve 20 µl/meyve konsantrasyonlarda ise fungusun lezyon oluşturması tamamen engellenmiştir.



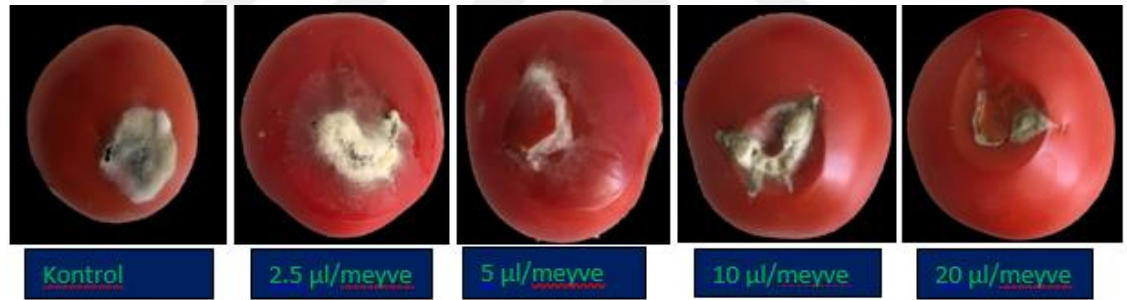
Şekil 4.29. *Thymus sipyleus* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Origanum majorana uçucu yağın 5, 10 ve 20 µl/meyve konsantrasyonlarda fungusun lezyon oluşturması tamamen engellendiği ve yağın en düşük konsantrasyonunda (2.5 µl/meyve) kontrolden daha küçük lezyonu görülmüştür (Şekil 4.30).



Şekil 4.30. *Origanum majorana* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

Artemisia spicigera uçucu yağı ile uygulama yapıldığında bu yağın etkisi düşük olduğu ve en yüksek konsantrasyonda bile (20 µl/meyve) fungus lezyonu oluşturduğu görülmüştür (Şekil 4.31).



Şekil 4.31. *Artemisia spicigera* uçucu yağının farklı konsantrasyonlarının *Alternaria solani* ile inokule edilmiş domates meyveleri üzerine antifungal etkileri

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kullanılan on farklı bitkiden elde edilen uçucu yağların hepsi etkili olmakla birlikte, birbirlerinden farklı etki göstermişlerdir. Çoğu uçucu yağların antifungal etkilerine bakıldığında kullanılmış uçucu yağların neden olduğu patojenin misel gelişimini engelleme oranlarının birbirine yakın ancak birbirinden farklı olduğu tespit edilmiştir. Petri denemelerinde, *Thymus sipyleus* ve *Origanum onites* uçucu yağlarının tüm konsantrasyonlarında bütün izolatların misel gelişimini %100 engelleyerek en yüksek antifungal etkiye neden olmuştur. *Artemisia spicigera* ve *A. santonicum* uçucu yağları uygulanmış petrielerde, fungus izolatlarının gelişmesini diğer uçucu yağlara göre düşük antifungal etki gösterdikleri görülmüştür.

Çalışmada kullanılan diğer uçucu yağlar ise (*S. hortensis*, *T. spicata*, *O. majorana*, *O. syriacum*, *O. vulgare* ve *A. absinthium*) orta seviyede değerlendirilebilen antifungal etki göstermişlerdir. Bu bitkilerin uçucu yağları *A. solani* izolatlarına karşı etkileri, fungusun 140 µl/L konsantrasyonunda geliştiğinden dolayı, 280 µl/L konsantrasyondan başladığı anlaşılmıştır. Bu bitkiler arasında *Thymbra spicata* uçucu yağının diğer uçucu yağlara göre *A. solani*'ye karşı düşük antifungal etkiye sahip olduğu söylenebilir. Çünkü bazı *A. solani* izolatları *T. spicata* uçucu yağının 280 µl/L konsantrasyonda misel büyümesi göstermiş fakat, diğer bitkiler ise bu konsantrasyonda (280 µl/L) patojenin gelişimini %100 engellenmiştir.

Yapılan çalışmada nane, limon otu ve kekik bitkilerinden elde edilen uçucu yağların, %2'lik konsantrasyonunun *Alternaria solani*'nin büyümesi tamamen engellediğini, kimyon, sardunya ve okaliptüs yağlarından elde edilen uçucu yağların ise %4'lük konsantrasyonda fungusun büyümesi engellediği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, neem bitkisinin uçucu yağının diğerlerinden daha az etkili olduğunu ve kullandıkları en yüksek konsantrasyonda (%6) fungusun büyümesini tamamen engellediğini bulunmuştur (Mona *et al.* 2016). Bu çalışmada, *Thymus sipyleus* ve *O. onites* uçucu yağları kullanılan en düşük konsantrasyonda (140 µl/L) *Alternaria solani*'nin büyümesine inhibe ettiği tespit edilmiştir. *O. majorana*, *S. hortensis*, *O. syriacium*, *O. vulgare*, *A. absinthium* uçucu

yağlarının ise 280 µl/L ve üst konsantrasyonlarda patojenin büyümesini engellediği gözlenmiştir. *A. santonicum* ve *A. spicigera*'dan elde edilen uçucu yağlar diğerlerine göre daha düşük antifungal aktivite gösterdiği ve fungusun misel büyümesini sadece en yüksek konsantrasyonda (1000 µl/L) inhibe ettiği bulunmuştur. Bu sonuçlar birçok çalışma ile paralelik göstermektedir.

Alternaria solani dahil olduğu farklı bitki patojenlere karşı 4 *Artemisia* türünün antifungal etkisinin araştırıldığı çalışmada 20 µl/petri'lik konsantrasyonun, *A. solani*'nin misel büyümesini inhibe ettiği ve engelleme oranlarının ise sırasıyla *A. absinthium* %61, *A. dracunculus* %66, *A. spicigera* %76 ve *A. santonicum* %76 olduğu belirtilmiştir (Kordali et al. 2005). Çalışmamızda *A. spicigera* ve *A. santonicum* 560 ve 1000 µl/L konsantrasyonlarında *Alternaria solani*'nin büyümesi %100 engellerken, *A. absinthium* ise daha düşük konsantrasyon olan 280 µl/L konsantrasyonda patojenin büyümesini %100 engellemiştir. Bu iki çalışmada birbirlerine benzer sonuçlar ortaya konulmuştur ancak aralarındaki küçük farklılıklar kullanılan konsantrasyonlardan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Boyraz et al. (2006), *Satureja hortensis* bitkisinden elde edilen uçucu yağın laboratuvar ortamında *Alternaria mali* ve *B. cinerae* karşı antifungal etkisi araştırdıkları çalışmada, patojenlerin miselyum gelişimini %100 engellendiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmada *S. hortensis* uçucu yağın *A. solani*'ye karşı antifungal etkisi denildiğinde, 280, 560 ve 1000 µl/L konsantrasyonlarında, misel gelişimin %100 engellediği görülmüştür. İki çalışma birbirlerini destekleyen sonuçlar göstermektedir.

Başka çalışmada *Origanum vulgare*, *Thymus fallax* ve *Mentha dumetorum*'den elde edilen uçucu yağların *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum* ve *Rhizoctonia solani* funguslarına karşı antifungal aktiviteleri araştırılmıştır. *O. vulgare* uçucu yağı 125, 250, 500 ve 1000 ppm'lik konsantrasyonlarda *A. solani* patojenin üzerinde sırasıyla %68.38, 94.38, 100 ve 100 engelleme oranlarına neden olduğu belirlenmiştir (Onaran et al. 2014). Bizim çalışmamızda *O. vulgare* uçucu yağı *A. solani* izolatlarına karşı antifungal etkisinin yüksek olduğu ve kullandığımız konsantrasyonların çoğu (280, 560, 1000 µl/L) %100

fungusun gelişimi engellenmiştir. 140 µl/L konsantrasyonda da %88.6-100 arasında değişen engellemelere sebep olduğu ve bu çalışma ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

Domates meyveleri üzerinde *in vivo* olarak uygulanmış uçucu yağların yüksek konsantrasyonlarda hastalığın lezyon oluşumunu tamamen durdurdukları tespit edilmiştir. *A. spicigera* ve *A. santonicum* uçucu yağlarının petri denemelerinde gösterdikleri düşük antifungal aktiviteyi domates meyve uygulamasında da hastalığa karşı düşük etki oranına sahip oldukları belirlenmiştir. Tüm uçucu yağların 20 µl/meyve'lik konsantrasyonları hastalığın gelişmesini %100 engellerken, *A. spicigera* ve *A. santonicum* uçucu yağlarının sırasıyla %69 ve %71 oranında engellemeye sahip oldukları görülmüştür. Domates meyveleri üzerinde yapılmış muamelelerde en yüksek antifungal gösteren *A. absinthium* ve *O. majorana* uçucu yağlarının oldukları bulunmuştur.

Domates meyvelerinde uçucu yağların fungal hastalıklara karşı yürütülen çalışmalar çoğunlukla diğer fungal hastalıklarla ilgili olup, *A.solani* ile ilgili çalışmalar az olduğu bulunmuştur. Bu yüzden *Alternaria* cinsine ait diğer türler ile yapılmış çalışmalarla sonuçları karşılaştırılarak değerlendirmeler yapılmıştır.

Eucalyptus staigeriana, *Eucalyptus globulus* ve *Cinnamomum camphora* bitkilerinden hidrodistilasyonla elde edilen uçucu yağların *Alternaria solani*'ye karşı aktivitesini incelenmeleri sonucunda, tüm uçucu yağların hem *in vitro* hem de *in vivo* testlerinde erken yanıklık hastalığı kontrol etme yeteneğine sahip olduklarını belirlenmiştir (Tomazoni *et al.* 2017). Bu çalışmada kullanılan uçucu yağların çoğu erken yanıklık hastalığına karşı kullanım potansiyeli olduğu belirleyerek paralel sonuç göstermiştir.

Patojen ile enfekte edilmiş domateslerle yapılan çalışmada, ajowan, rezene ve kimyon uçucu yağlarının fungal enfeksiyonlarının kontrolüne etkisinin araştırıldığı çalışmada, muamale edilmiş domateslerin 10. günde enfekte meyve sayısının önemli ölçüde azaldığı görülmüştür. Çalışmaya dâhil olan patojenlerin *A. alternata* ve *Penicillium digitatum* oldukları ve uçucu yağların sadece *A. altarnata*'nın gelişmesini yüksek oranda

engellediği belirlenmiştir (Abdolahi *et al.* 2010). Bizim alışmamızda uçucu yağların konsantrasyonuna bağlı olarak *A. solani*'nin domates'te lezyon oluşumu engelledikleri ve uygulamadan 7 gün sonra çoğu uçucu yağın 20 μ l/meyve'lik konsantrasyonlarında domateslerde hastalık lezyonu görülmemiştir. Bu iki çalışmada elde edilen sonuçlar birbirine benzerlik göstermektedir.

A. alternara ile inokule edilmiş domateslerde 50:50 uçucu yağ karışımının (portakal: bergamot) etkilerine bakmak için uygulandığında domateslerde *A. alternata*'ya karşı etkili bir antifungal etki göstermediği ve hem kontrol hem de işlem görmüş domateslerin tüm yaralarının enfekte olduğu grlmştir (Philips *et al.* 2012). Bizim alışmamızda işlem görmüş domates meyveleri kontrolden farklı sonuc gösterdiği ve uçucu yağların *A. solani*'ye karşı antifungal etkisinin bulunduğu belirlenmiştir. Çalışmalarda kullanılan uçucu yağların farklı oluşları, etkilerinde farklı olması sonucunu ortaya çıkarması nedeniyle birbirlerini desteklemeyen sonuçların elde edilmesi kaçınılmaz olmuştur.

Domateste erken yanıklık hastalık etmeni olan *Alternaria solani*'nin mücadelesinde bitkilerden elde edilen uçucu yağların kullanım potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Çalışmada kullanılan bitkilerden özellikle *Origanum onites* ve *Thymus sipyleus*'dan elde edilen uçucu yağların *A. solani* fungusuna karşı antifungal etkisi mit verici olduğu grlmştir. Bunların yanında *Origanum majorana* ve *Artemisia absinthium* uçucu yağlarının *A. solani* zerindeki etkileri de ihmal edilmemelidir. Genel olarak mevcut çalışmalarda bitki uçucu yağlarının patojenlere karşı özellikle *Alternaria solani*'ye karşı antifungal etkilerinin olduğu görülmektedir. Buna rağmen uçucu yağların stabilitelerinin kısıtlı olması ve yüksek uçuculuk özelliği gibi bazı dezavantajlarının olması da söz konusudur. Yüksek antifungal aktivite gösteren uçucu yağların uygun koşularda fungusit yerine kullanabileceği umuduyla, bu tür çalışmalara daha çok önem verilmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Abdolahi, A., Hassani, A., Ghosta, Y., Javadi, T., Meshkatalasadat, M. H., 2010. Essential oils as control agents of postharvest alternaria and Penicillium rots on tomato fruits. *Journal of Food Safety*, 30(2), 341–352. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4565.2009.00211>.
- Abeyasinghe, S., 2009. Effect of combined use of *Bacillus subtilis* CA32 and *Trichoderma harzianum* RU01 on biological control of *Rhizoctonia solani* on *Solanum melongena* and *Capsicum annum*. *Plant Pathol. J.*, 8 9-16.
- Abreu, C. L. M., Feres, C. I. M. A., Furtado, E. L., Ming, L. C., Marques, M. O. M., Acációd, R. S., Riffel, A., Goulart, H. F., Santana, A. E. G., Bernardes, F. S., Câmara, F. L. A., 2016. Efficient control of conidium germination, mycelial growth and early blight in tomato *in vitro* with essential oils under farm conditions. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 11(43), pp. 4401-4412, 27 October, 2016 DOI: 10.5897/AJAR2016.11194.
- Agrios GN. *Plant Pathology*. 5th. New York: Elsevier; 2005.
- Alam, S.B., Dib, M. E. A., Djabou, N., Tabti, B., Benyelles, N. G., Costa, C., Muselli, A., 2017. Essential Oils as Biocides for the Control of Fungal Infections and Devastating Pest (*Tuta absoluta*) of Tomato (*Lycopersicon esculentum* MILL.). *Chemistry & Biodiversity*. DOI: 10.1002/cbdv.201700065.
- Al-Burtamani, S. K. S., Fatope, M. O., Marwah, R. G., Onifade, A. K., & Al-Saidi, S. H., 2005. Chemical composition, antibacterial and antifungal activities of the essential oil of *Haplophyllum tuberculatum* from Oman. *Journal of Ethnopharmacology*, 96(1–2), 107–112. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.08.039>
- Al-Reza, S.M., Rahman, A., Ahmed, Y., Kang, S. C., 2010. Inhibition of plant pathogens *in vitro* and *in vivo* with essential oil and organic extracts of *Cestrum nocturnum* L. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 96, 86–92. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2009.09.005>
- Anonim, 2013. Food and Agriculture Organization (FAO). <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> (Accessed 2 April 2013).
- Bağci, Y., Kan, Y., Doğu, S., Çelik, S. A., 2017. The essential oil compositions of *Origanum majorana* L. cultivated in Konya and collected from Mersin-Turkey. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3), S463–S469. <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.68>
- Bakkali, F., Averbeck, S., Averbeck, D. Idaomar, M., 2008. Biological Effects of Essential Oils. Review. *Food and Chemical Toxicology*, 46, 446-475. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>
- Basu, P.K., 1971, Existence of chlamydospores of *Alternaria porrii* f.sp. *solani* as over
- Bayar, Y., 2018a. Nohut Yanıklık Hastalığı [*Ascochyta rabiei* (Pass) Labr.]’nın Farklı İzolatlarına Karşı *Mentha spicata* L. Uçucu Yağının Antifungal Aktivitesinin Belirlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 92–96. <https://doi.org/10.19159/tutad.346569>

- Bayar, Y., Küsek, M., 2018b. Chemical composition and antifungal and antibacterial activity of *Mentha spicata* L. Volatile oil. *Ciencia e Investigacion Agraria*, 45(1), 64–69. <https://doi.org/10.7764/rcia.v45i1.1897>
- Bayar, Y., Onaran, A., Yilar, M., Gul, F., 2018. Determination of the Essential Oil Composition and the Antifungal Activities of Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(2), 548–555. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2017.1417060>
- Bayar, Y., Yilar, M., Onaran, A., 2017. *Heracleum platytaenium* Boiss. ve *Myrtus communis* L. Bitki uçucu yağlarının *Alternaria solani* Ell. and G. Martin ve *Monilia laxa* Aderh. and Ruhl. (Honey) üzerine antifungal aktivitesinin araştırılması. *Akademik Ziraat Dergisi*, 6(1), 11–16.
- Behdad, E., Babagoli, M. A., 2012. Effects of Three Essential Oils on the Growth of the Fungus *Alternaria solani* *Journal of Research in Agricultural Science* Vol. 8(1), 45 -57.
- Bell, A.A., Wheeler, M.H., 1986. Biosynthesis and functions of fungal melanins. *Annual Review of Phytopathology*, 24, 411-451.
- Benner, JP., 1993. Pesticidal compounds from higher plants. *Pest Sci.* 39(2),95–102.
- Boyraz, N., Özcan, M., 2006. Inhibition of phytopathogenic fungi by essential oil, hydrosol, ground material and extract of summer savory (*Satureja hortensis* L.) growing wild in Turkey, *International Journal of Food Microbiology*, 107, 238 – 242.
- Burt, S., 2004. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods-a review. *Int. J. Food Microbiol.* 94, 223-253.
- Caccioni, D.R.L., Guizzardi, M., 1994. Evaluation of the potential of commercial postharvest application of essential oils to control citrus decay. *J. Hortic. Sci. Biotech.* 76, 935-940.
- Cakir, A., Kordali, S., Kilic, H., Kaya, E., 2005. Antifungal properties of essential oil and crude extracts of *Hypericum linarioides* Bosse. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33(3), 245–256. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2004.08.006>
- Cerkauskas, R., 2005. . AVRDC, the world vegetable centre, www.avrdc.org
- Çetin, B., Çakmaç, S., Çakmaç, R., 2011. The investigation of antimicrobial activity of thyme and oregano essential oils. *Turk J Agric For*, 145-154. doi:10.3906/tar-0906-162
- Ceylan, O., Ugur, A., 2015. Chemical composition and anti-biofilm activity of *Thymus sipyleus* BOISS. subsp. *sipyleus* BOISS. var. *davisianus* RONNIGER essential oil. *Archives of Pharmacal Research*, 38(6), 957–965. <https://doi.org/10.1007/s12272-014-0516-0>.
- Combrinck, S., Regnier, T., Kamatou, G.P.P., 2011. In vitro activity of eighteen essential oils and some major components against common postharvest fungal pathogens of fruit. *Industrial Crops and Products*, 33(2), 344–349. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.11.011>
- Cowan, MM., 1999. Plant products as antimicrobial agents. *Clin Microbiol Rev*,12(4),64–82.
- Dan, Y., Liu, H.Y., Gao, W.W., Chen, S.L., 2010. Activities of essential oils from *Asarum heterotropoides* var. *mandshuricum* against five phytopathogens. *Crop Protection*, 29(3), 295–299. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2009.12.007>

- Davis, P.H., 1967. Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Edinburgh University Press, Scotland,
- Deans, S.,G. and Soboda K.P., 1990, The Antimicrobial Properties of Marjoram (*Origanum majorana* L.) Volatile Oil, *Flavour Fragrance Journal*, 187-190.
- Dilip, R.P., Feng, C., 2010. Genomics of Fungal Disease Resistance in Tomato, *Curr Genomics*, 11(1), 30–39. doi: 10.2174/138920210790217927.
- Djordjevic, M., Djordjevic, L., Djordjevic, R., Mijatovic, M., Kostic, M., Todorovic, G., Ivanovic, M., 2013. Alternative approach in control of tomato pathogen by using essential oils in vitro. *Pak. J. Bot*, 45(3), 1069-1072.
- Duke, SO., 1990. Advances in new crops. In: Natural pesticides from plants. Portland (OR):Timber Press. p. 511–517.
- El Ouadi, Y., Manssouri, M., Bouyanzer, A., Majidi, L., Bendaif, H., Elmsellem, H. Shariati, M. A., Melhaoui, A., Hammouti, B., 2017. Essential oil composition and antifungal activity of *Melissa officinalis* originating from north-Est Morocco, against postharvest phytopathogenic fungi in apples. *Microbial Pathogenesis*, 107, 321–326. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.04.004>
- El-Alam, I., Zgheib, R., Iriti, M., El Beyrouthy, M., Hattouny, P., Verdin, A. Fontaine, J., Chahine, R., Sahraoui, Makhlof, H., 2019. *Origanum syriacum* Essential Oil Chemical Polymorphism According to Soil Type. *Foods*, 8 (3), 90. <https://doi.org/10.3390/foods8030090>
- Felšöciová, S., Kačániová, M., Horská, E., Vukovič, N., Hleba, L., Petrová, J., Rovná, K., Stričík, M., Hajduová, Z., 2015. Antifungal activity of essential oils against selected terverticillate penicillia. *Ann Agric Environ Med*, 22 (1), 38–42. doi: 10.5604/12321966.1141367.
- Feng, W., Zheng, X., 2007. Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. *Food Control* 18, 1126–1130. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.05.017>.
- Gakuubi, M.M., Maina, A.W., Wagacha, J.M., 2017. Antifungal Activity of Essential Oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. against Selected *Fusarium* spp. *International Journal of Microbiology* ,ID 8761610, p,7. <http://dx.doi.org/10.1155/2017/8761610>
- Gorris, L.G.M., Smid, E.J., 1995. Crop protection using natural antifungal compounds. *Pestic Outlook*, 6 (5), 20–24.
- Herriot, A.B., Haynes, FLJr., Shoemaker, PB., 1986. The heritability of resistance to early blight in diploid potatoes (*Solanum tuberosum* subsp. *phureja* and *stenotomum*). *Am Potato J*, 63, 229–232.
- Heuvelink, E., 1996. Tomato Growth and Yield: Quantitative Analysis and Synthesis. Dissertation. Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands, p, 326 (English, Dutch and German summaries).
- Huang, Y., Zhao, J., Zhou, L., Wang, J., Gong, Y., Chen, X., Guo, Z., Wang, Q., Jiang, W., 2010. Antifungal activity of the essential oil of *Illicium verum* fruit and its main component trans-anethole. *Molecules*, 15 (11), 7558–7569. <https://doi.org/10.3390/molecules15117558>
- Imelouane, B., Elbachiri, A., Ankit, M., Benzeid, H., Khedid, K., 2009. Physicochemical compositions and antimicrobial activity of essential oil of Eastern Moroccan *Lavandula dentata*. *Int. J. Agr. Biol.*, 11,113-118.

- Iscan, G., Iscan, A., Demirci, F., 2016. Anticandidal effects of thymoquinone : Mode of action determined by transmission electron microscopy (TEM). *Nat. Prod. Commun.* 11, 977–978.
- Isman, MB., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. *Crop Prot.* 19 (8–10), 603–608.
- Jegathambigai, V., Wijeratnam, R.S.W., Wijesundera, R.L.C., 2010. Effect of *Trichoderma* sp. on *Sclerotium rolfsii*, the causative agent of collar rot on *Zamioculcas zamiifolia* and an on farm method to mass produce *Trichoderma* species. *Plant Pathol. J.*, 9, 47-55.
- Kalemba, D., Kunicka, A., 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10, 813-829.
- Katar, D., Arslan, Y., Subaşı, I., Bülbül, A., 2011. Ankara Ekolojik Koşullarında Sater (*Satureja hortensis* L.) Bitkisinde Uçucu Yağ ve Bileşenlerinin Ontogenetik Varyabilitesinin Belirlenmesi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (2) Journal of Tekirdag Agricultural Faculty.
- Khafari, A., S. Bahraminejad and S. Abbasi, 2014. Evaluation of the anti-*Alternaria solani* activity of *Allium hirtifolium* Boiss. *Pakistan Journal of Botany* 46, 741–747.
- Kılıç, T., 2015. Analysis of Essential Oil Composition of *Thymbra spicata* var. *spicata* Antifungal, Antibacterial and Antimycobacterial Activities. *Zeitschrift Für Naturforschung C*, 61(5–6), 324–328. <https://doi.org/10.1515/znc-2006-5-604>.
- Kizil, S., 2010. Determination of essential oil variations of *Thymbra spicata* var. *spicata* L. naturally growing in the wild flora of East Mediterranean and Southeastern Anatolia regions of Turkey. *Industrial Crops and Products*, 32, 593– 600.
- Kordali, S., Cakir, A., Akcin, T.A., Mete, E., Akcin, A., Aydin, T., Kilic, H., 2009. Antifungal and herbicidal properties of essential oils and n-hexane extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). *Industrial Crops and Products*, 29 (2–3), 562–570. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2008.11.002>.
- Kordali, S., Cakir, A., Ozer, H., Cakmakci, R., Kesdek, M., Mete, E., 2008, Antifungal, phytotoxic and insecticidal properties of essential oil isolated from Turkish *Origanum acutidens* and its three components, carvacrol, thymol and *p*-cymene, *Bioresource Technology*, 99, 8788-8795.
- Kordali, S., Kilic, H., Mavi, A., Cakir, A., Yildirim, A., 2005. Screening of Chemical Composition and Antifungal and Antioxidant Activities of the Essential Oils from Three Turkish *Artemisia* Species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53 (5), 1408–1416. <https://doi.org/10.1021/jf048429n>.
- Kordali, S., Usanmaz, A. Cakir, A. Cavasoğlu, A., Ercisli, S., 2013. In Vitro Antifungal Effect of Essential Oils from *Nepeta meyeri* Benth. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 23 (2), 209–213.
- Kordali, S., Usanmaz, A., Cakir, A., Komaki, A., Ercisli, S., 2016. Antifungal and Herbicidal Effects of Fruit Essential Oils of Four *Myrtus communis* Genotypes. *Chemistry and Biodiversity*, 13 (1), 77–84. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201500018>.
- Kotan, R., Kordali, S., Cakir, A., Kesdek, M., Kaya, Y., Kilic, H., 2008. Antimicrobial and insecticidal activities of essential oil isolated from Turkish *Salvia hydrangea*

- DC. ex Benth. *Biochemical Systematics and Ecology* 36(5-6):360-368. DOI:10.1016/j.bse.2007.12.003
- Kuinkel, S., Tiwari, R.D., Bhattarai, S., 2016. Antifungal activity of essential oils against *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld. & H. Schrenk. *European journal of pharmaceutical and medical research*, 3 (2), 233-237.
- Kumar A., Shukla, R., Singh, P., Prasad, C.S., Dubey, N.K., 2008. Assessment of *Thymus vulgaris* L. Essential Oil as a Safe Botanical Preservative Against Post-Harvest Fungal Infestation of Food Commodities, *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.*, 9, 575 – 580.
- Lawless, J., 2002. *Encyclopedia of essential oils*. London (UK): Thorsons Publishers.
- Lima, C.B., Rentschler, L.L.A., Bueno, J. , Boaventura, A.C., 2016. Plant extracts and essential oils on the control of *Alternaria alternata*, *Alternaria dauci* and on the germination and emergence of carrot seeds (*Daucus carota* L.). *Ciência Rural*, Santa Maria, 46 (5), 764-770. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141660>.
- Locke, S.B., 1949. Resistance to early blight and septoria leaf spot in the genus *Lycopersicon*. *Phytopathology*, 39, 829-836.
- Lopez-Reyes, J.G., Spadaro, D., Gullino, M.L. and Garibaldi, A., 2010. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples *in vivo*, *Flavour Fragrance Journal*, 25, 171-177.
- Lyr, H., Russell, P.E., Dehne, H.W., Siseer, H.D., 1999. *Modern fungicides and antifungal compounds II*. First ed. SC (USA): Intercept Ltd.
- Macias, F.A., Castellano, D., Oliva, R.M., Cross, P., Torres, A., 1997. Potential Use of Allelopathic Agents as Natural Agrochemicals. *Proc. Brighton Crop Prot. Conf, Weeds Brighton, UK*, pp. 33e38.
- Mahilraj, S., Nandakumar, J., Kailayalingam, R., Manoharan, N. A., SriVijeindran, S., 2014. Screening the antifungal activity of essential oils against decay fungi from palmyrah leaf handicrafts. *Biological Research*, 47:35
- Mahmoudi, E., Ahmadi, A., Naderi, D., 2012. Effect of *Zataria multiflora* essential oil on *Alternaria alternata* in vitro and in an assay on tomato fruits. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 119 (2), 53–58, ISSN 1861-3829.
- Mathur, K., , Shekhawat, K.S., 1986, Chemical control of early blight in Kharif sown tomato *Indian Journal of Mycology Plant Pathology*, 16, 235-238.
- Maya, C., Thippanna, M., 2013. In vitro evaluation of ethano-botanically important plant extracts against early blight disease (*Alternaria solani*) of tomato. *Global Journal of Bioscience and Biotechnology*, 2, 248–252.
- Meepagala, K.M., Sturtz, G., Wedge, D.E., 2002. Antifungal constituents of the essential oil fraction of *Artemisia dracunculoides* var. *dracunculoides*. *J. Agric. Food Chem.* 50, 6989-6992.
- Mishra, A. K., Dubey, N.K., 1993. Evaluation of some essential oils for their toxicity against fungi causing deterioration of stored food commodities. *Applied and Environmental Microbiology*, 60 (4) , 1101-1105.
- Mohammadi, S., , Aminifard, M.H., 2012. Effect of Essential Oils on Postharvest Decay and Some Quality Factors of Peach (*Prunus persica* var. *redhaven*). *J. BIOL. ENVIRON. SCI.*, 6 (17), 147-153.
- Momel, T.M., Pemezny, K.L., 2006. *Florida Plant Disease Management Guide: Tomato*. Florida Cooperation Extensive Service, Institute of Food and Agriculture Sciences, Gainesville, 32611 (<http://edis.infas.ufl.edu>).

- Mona, M.M.R., Ashour, A.M.A., Abdel-Kader, M.M., El-Mougy, N.S., Abdel-Aziz, A., 2016. Fungicidal and fungistatic activity of some plant essential oils against *Alternaria solani* the causal of tomato early blight. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 7(4), 998–1004.
- Moore, W.D., , Thomas, H.R., 1942. Some cultural practices that influence the development of *Alternaria solani* on tomato seedlings, *Phytopathology*, 32, 1176–1184.
- Nerio, L.S., Olivero-Verbel, J., Stashenko, E., 2010. Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresour. Technol.* 101, 372–378. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech>.
- Onaran, A., Yilar, M., Belguzar, S., Bayan, Y., Aksit, H., 2014. Antifungal and bioherbicidal properties of essential oils of thymus fallax fish & Mey., *Origanum vulgare* L. and *Mentha dumetorum* Schult. *Asian Journal of Chemistry*, 26 (16), 5159–5164. <https://doi.org/10.14233/ajchem.2014.16582>.
- Özcan, M.M., Chalchat, J.C., Arslan, D., Ateş, A., Ünver, A., 2006. Comparative Essential Oil Composition and Antifungal Effect of Bitter Fennel (*Foeniculum vulgare* ssp. *piperitum*) Fruit Oils Obtained During Different Vegetation. *Journal of Medicinal Food*, 9 (4), 552–561. <https://doi.org/10.1089/jmf.2006.9.552>.
- Özkan, O. E., Güney, K., Gür, M., Pattabanoğlu, E. S., Babat, E., Khalifa, M., 2017. Essential oil of oregano and savory; chemical composition and antimicrobial activity. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research*, 51(3), 205–208. <https://doi.org/10.5530/ijper.51.3s.13>.
- Pasche, J.S., Wharam, CM., Gudmestad, NC., 2004. Shift in sensitivity of *Alternaria solani* in response to QoI fungicides. *Plant Dis*, 88 (2), 181–187.
- Peralta, I.E., Knapp, S., Spooner, DM., 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum Lycopersicon*: Solanaceae) from northern Peru. *Syst Bot*, 30, 424–434.
- Perveen, K., Bokhari, N.A., Siddique, I., Al-Rashid, S.A.I., 2018. Antifungal Activity of Essential Oil of Commiphoramolmol Oleo Gum Resin, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21(3), 667-673, DOI: 10.1080/0972060X.2018.1492975.
- Phillips, C.A., Laird, K., Allen, S.C., 2012. The use of Citrian antimicrobial citrus essential oil vapour for the control of *Penicillium chrysogenum*, *Aspergillus niger* and *Alternaria alternata* in vitro and on food. *Food Research International*, 47, 310–314.
- Prerna, N., Vasudeva, N., 2015. *Origanum majorana* L. -Phyto-pharmacological review. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 6 (4), 261–267.
- Pretorius, J.C., Zietsman, P.C., Eksteen, D., 2002. Fungitoxic properties of selected South African plant species against plant pathogens of economic importance in agriculture. *Ann Appl Biol*, 141(2), 117–124.
- Ramezani, H., Singh, H. P., Batish, D. R., Kohli, R.K., 2002. Antifungal activity of the volatile oil of *Eucalyptus citriodora*. *Fitoterapia*, 73(3), 261–262. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(02\)00065-5](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(02)00065-5).
- Ravikumar, M.C., Garampalli, R.H., 2013. Antifungal activity of plants extracts against *Alternaria solani*, the causal agent of early blight of tomato. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 46, 1897–1903.
- Regnault-Roger, C., Vincent, C., Arnason, J.T., 2012. Essential oils in insect control: Low-risk products in a high-stakes world. *Annu. Rev. Entomol.*, 57, 405-424.

- Regnier, T., Combrinck, S., Du Plooy, W., Botha, B., 2010. Evaluation of *Lippia scaberrima* essential oil and some pure terpenoid constituents as postharvest mycobiocides for avocado fruit. *Postharvest Biol. Tec*, 57, 176-182.
- Ricci, D., Fraternali, D., Giamperi, L., Bucchini, A., Epifano, F., Burini, G., Curini, M., 2005. Chemical composition, antimicrobial and antioxidant activity of the essential oil of *Teucrium marum* (Lamiaceae). *Journal of Ethnopharmacology*, 98 (1–2), 195–200. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2005.01.022>.
- Rotem, J., Reichert, I., 1964. Dew a principal moisture factor enabling early blight epidemics in a semiarid region of Israel. *Plant Dis Rep*, 48, 211–215.
- Sallam, N.A., 2011. Control of tomato early blight disease by certain aqueous plant extracts. *The Plant Pathology Journal*, 10, 187–191.
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F., Valero, D., 2005. The use of antifungal compounds improves the beneficial effect of map in sweet cherry storage. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol*, 6, 115-123.
- Shahi, S.K., Patra, M., Shukla, A. C., Dikshit, A., 2003. Use of essential oil as botanical-pesticide against post harvest spoilage in *Malus pumilo* fruits. *BioControl*, 48 (2), 223–232. <https://doi.org/10.1023/A:1022662130614>.
- Sharma, A., Rajendran, S., Srivastava, A., Sharma, S., Kundu, B., 2017. Antifungal activities of selected essential oils against *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, with emphasis on *Syzygium aromaticum* essential oil. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 123 (3), 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.jbiosc.2016.09.011>.
- Simmonds, MSJ., Evans, HC., Blaney, WM., 1992. Pest management and the environment in 2000. In: *Pesticides for the year 2000: mycochemicals and botanicals*. Wallingford (UK): CAB International. p,127–164.
- Sitara, U., Niaz, I., Naseem, J., Sultana, N., 2008. Antifungal effect of essential oils on in vitro growth of pathogenic fungi. *Pakistan Journal of Botany*, 40 (1), 409–414. <https://doi.org/10.1007/s00415-008-0984-6>.
- Sivakumar, D., Bautista-Baños, S., 2014. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. *Crop Protection*, 64, 27–37. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.05.012>.
- Soylu, E.M., Kose, F., 2015. Antifungal Activities of Essential Oils Against Citrus Black Rot Disease Agent *Alternaria alternata*. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 18 (4), 894-903, DOI: 10.1080/0972060X.2014.895158.
- Suleiman, M.N., 2010. Fungitoxic activity of neem and pawpaw leaves extracts on *Alternaria solani* causal organism of yam rots. *Advances in Environmental Biology*, 4, 159–161.
- Tasdemir, D., Kaiser, M., Demirci, F., , Baser, K., ,2017. Essential oil of Turkish *Origanum onites* L. and its main components, carvacrol and thymol show potent antiprotozoal activity without cytotoxicity. *Planta Medica*, 72 (11), 1–2. <https://doi.org/10.1055/s-2006-949877>.
- Tejeswini, M.G., Sowmya, H.V., Swarnalatha, S.P., Negi, P., 2014. Antifungal activity of essential oils and their combinations in in vitro and in vivo conditions. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 47(5) DOI: 10.1080/03235408.2013.814235.
- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., He, J., Chen, Y., Wang, Y., 2012. The mechanism of antifungal action of essential oil from dill (*Anethum graveolens* L.) on *Aspergillus flavus*. *Plos One* 7 (1), 1-8. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0030147>.

- Tian, J., Ban, X., Zeng, H., He, J., Huang, B., Wang, Y., 2011. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cicuta virosa* var. *latisecta* Celak. *International Journal of Food Microbiology*, 145 (2–3), 464–470. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.023>.
- Tomazini, E.Z., Pauletti, G. F., Ribeiro, R. T. S., Moura, S., Schwambach, J., 2017. *In vitro* and *in vivo* activity of essential oils extracted from *Eucalyptus staigeriana*, *Eucalyptus globulus* and *Cinnamomum camphora* against *Alternaria solani* Sorauer causing early blight in tomato. *Scientia Horticulturae*, 223, 72–77.
- Tomazoni, E. Z., Pansera, M. R., Pauletti, G. F., Moura, S., Ribeiro, R. T. S., Schwambach, J., 2016. *In vitro* antifungal activity of four chemotypes of *Lippia alba* (Verbenaceae) essential oils against *Alternaria solani* (Pleosporaceae) isolates. *Anais Da Academia Brasileira de Ciencias*, 88 (2), 999–1010. <https://doi.org/10.1590/0001-3765201620150019>.
- Tozlu, E., Cakir, A., Kordali, S., Tozlu, G., Ozer, H., Aytas Akcin, T., 2011. Chemical compositions and insecticidal effects of essential oils isolated from *Achillea gypsicola*, *Satureja hortensis*, *Origanum acutidens* and *Hypericum scabrum* against broadbean weevil (*Bruchus dentipes*). *Scientia Horticulturae*, 130 (1), 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.06.019>.
- Tzortzakis, N.G., 2007. Maintaining postharvest quality of fresh produce with volatile compounds. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 8, 111-116.
- Üstüner, T., Kordali, S., Bozhüyük, A.U., 2018. Herbicidal and fungicidal effects of *Cuminum cyminum*, *mentha longifolia* and *Allium sativum* essential oils on some weeds and fungi. *Records of Natural Products*, 12(6), 619–629. <https://doi.org/10.25135/rnp.80.18.05.106>.
- Vaughn, S.F., Spencer, G.F., 1991. Volatile monoterpenes inhibit potato tuber sprouting. *Potato J.* 68, 821e831.
- Vieira, B.S., 2004. *Alternaria euphorbiicola* como micoherbicida para leiteiro (*Euphorbia heterophylla*): produção massal e integração com herbicidas químicos. Tese de Doutorado. Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa.
- Walker, J.C. 1952. *Diseases of Vegetable Crops*, 1st ed. MacGraw-Hill Book Company, Inc. New York. Pp. 471-474
- Wilson, C.L., Solar, J.M., Ghaouth, A.E.L., Wisniewski, M.E., 1997b. Rapid evaluation of plant extracts and essential oils for antifungal activity against *Botrytis cinerea*. *Plant Dis.* 8, 1204e1210. wintering propagules in soil. *Phytopathology*, 61, 1347-1350.
- Xu, S., Yan, F., Ni, Z., Chen, Q., Zhang, H., & Zheng, X., 2014. *In vitro* and *in vivo* control of *Alternaria alternata* in cherry tomato by essential oil from *Laurus nobilis* of Chinese origin. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(7), 1403–1408. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6428>.
- Yilar, M., & Bayar, Y., 2018. Antifungal Aktivitesi Antifungal Activity of *Thymbra spicata* L. and *Rosmarinus officinalis* L. Essential Oils against *Monilinia fructigena* Honey in Whetze. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi* 5(2)(May), 121–126. <https://doi.org/10.30910/turkjans.421344>.
- Yilar, M., Bayan, Y., & Onaran, A., 2016. Chemical composition and antifungal effects of *vitex agnus-castus* L. and *myrtus communis* L. plants. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 44(2), 466–471. <https://doi.org/10.15835/nbha44210399>.

ÖZGEÇMİŞ

1993 yılında Somali’de Bosaso Şehrinde doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Bosaso’da tamamladı. 2012 yılında Etiyopiya’da Haramaya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bitki Bilimleri Bölümüne Başladı. 2015’te lisans programına tamamladıktan sonra Yüksek lisans burs kazanarak Türkiye’ye geldi. 2016 yılında Türkiye’de Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bitki koruma anabilim dalında (Fitopatoloji) başladığı Yüksek lisans devam etmektedir.

